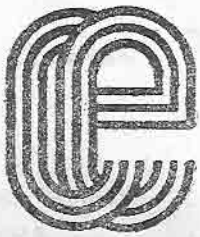
COLECȚIA ELECTRICIANULUI

Ing.EMIL RACOȚI

DIMENSIONAREA REȚELELOR ELECTRICE CU AJUTORUL TABELELOR ŞI NOMOGRAMELOR

COLECȚIA



ELECTRICIANULUI

111

Ing. EMIL RACOȚI

Dimensionarea rețelelor electrice cu ajutorul tabelelor și nomogramelor

Editura Tehnică
București — 1988

CUPRINS

Introducere 5

1. **Determinarea sarcinilor electrice** 7
1.1. Puterea activă instalată 7
1.2. Încărcarea medie 7
1.3. Încărcarea maximă 11
1.4. Consumul anual de energie activă și reactivă 12
1.5. Puterea activă de calcul 16
1.6. Pierderile anuale de energie electrică și de putere 18
1.7. Curentul de vîrf 18

2. **Dimensionarea rețelelor electrice în funcție de încălzirea conductoarelor** 20
2.1. Dimensionarea rețelelor electrice pe baza tabelelor de intensități maxime admisibile 22
2.1.1. Rețele electrice în cablu 28
2.1.2. Linii electrice aeriene LEA 37
2.1.3. Conductoare electrice 38
2.1.4. Bare conductoare de curent 39
2.2. Secțiuni minime ale conductoarelor 46
2.3. Verificarea rețelelor electrice în regim de scurtcircuit . 50
2.3.1. Impedanțele diferitelor elemente ale sistemului 50
2.3.2. Scheme de calcul ale curenților de scurtcircuit 52
2.3.3. Calculul impedanței totale de scurtcircuit pentru rețelele electrice 55
2.3.4. Calculul valorii efective a curentului simetric inițial de scurtcircuit 58
2.3.5. Curentul de șoc de scurtcircuit 58
2.3.6. Curentul de rupere 59
2.3.7. Curentul permanent de scurtcircuit 60
2.3.8. Puterea inițială simetrică de scurtcircuit 60
2.3.9. Calculul termic al rețelelor electrice în regim de scurtcircuit 60

3. **Determinarea secțiunilor rețelei electrice pe baza consumului minim de metal** 65

4. **Calculul căderilor de tensiune** 68
4.1. Tensiuni nominale și căderile de tensiune admisibile . . . 73
4.2. Parametrii rețelei electrice 73
4.3. Determinarea distanței medii între conductoarele LEA 79
4.4. Calculul căderilor de tensiune 80

4.5. Calculul lungimii reduse, a sarcinii concentrate la un capăt al rețelei electrice și a momentului sarcinii electrice . . 81
4.5.1. Rețea electrică cu o sarcină concentrată la capăt . . . 81
4.5.2. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni constante, factorul de putere al sarcinilor cos 85
4.5.3. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile, factorul de putere al tuturor sarcinilor cos 97
4.5.4. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile și factori de putere cos diferiți 160
4.5.5. Rețele electrice cu sarcini uniform repartizate 161
4.5.6 Rețele electrice de iluminat cu racorduri trifazate, bifazate și monofazate din rețeaua trifazată 161
4.5.7. Rețele electrice alimentate din două surse, secțiuni variabile și factorul de putere cos φ al tuturor sarcinilor . . 162
4.5.8. Rețele electrice complexe cu secțiuni variabile și factori de putere cos φ alimentate din mai multe surse. 164
4.6. Redimensionarea rețelelor electrice pe baza căderii de tensiune 166
4.7. Determinarea căderilor de tensiune pentru rețele electrice cu conductoare de oțel 168

5. Aplicații 174

Anexe:

Anexa 1. Simbolizarea cablurilor de energie electrică și a conductoarelor cu izolație de cauciuc 194
Anexa 2. Caracteristicile tehnice ale cablurilor cu izolație de hîrtie impregnată și manta de plumb, STAS 4481/2—85 . . . 200
Anexa 3. Caracteristicile tehnice ale cablurilor cu izolație și manta de PVC, STAS 8778/2—85] 202
Anexa 4. Caracteristicile tehnice ale conductoarelor cu izolație de cauciuc 207

Bibliografie 210

Introducere

În țara noastră, producția de energie electrică va ajunge, în anul 1990, la 95—97 miliarde kWh. Proporțional cu dezvoltarea producției și a consumului de energie electrică, se vor dezvolta și rețelele electrice de joasă și de medie tensiune.

În lucrare se dau metode de dimensionare rațională a rețelelor electrice, folosindu-se metode de calcul avînd la bază tabele și nomograme. Secțiunile rețelei electrice se determină pe baza intensităților maxime admise pentru curentul în regim permanent și se verifică în regim de scurtcircuit. De asemenea, după stabilirea secțiunilor, se calculează căderile de tensiune care, pe baza normativelor, se vor încadra în anumite limite față de tensiunea nominală a rețelei. În cazurile în care, la calculul căderilor de tensiune se ajunge la valori care depășesc pe cele admisibile, secțiunile se recalculează aplicîndu-se metoda consumului minim de metale conductoare.

Căderile de tensiune, în procente din valoarea tensiunii nominale, se determină pe baza momentului sarcinii electrice. În funcție de configurația rețelei electrice s-au prezentat metodele de determinare a lungimii reduse L și a sarcinii concentrate P. Valoarea coeficientului de reactanță s-a calculat pentru toate cazurile practice, atît pentru linii electrice aeriene cît și pentru rețele electrice în cablu.

Verificarea conductoarelor electrice în regim de scurtcircuit s-a tratat pe baza curentului echivalent, metodă prin

care curentul variabil real de scurtcircuit se înlocuiește cu un curent echivalent constant, cu același efect termic.

În problemele rezolvate, se dă modul de aplicare la dimensionarea și verificarea rețelelor electrice a tabelelor și nomogramelor de calcul.

Această lucrare se adresează electricienilor instalatori, montorilor de rețele electrice precum și energeticienilor din întreprinderile industriale. De asemenea, se poate folosi și în activitatea de proiectare a rețelelor electrice de joasă și de medie tensiune

1. Determinarea sarcinilor electrice [33 și 16]

1.1. Puterea activă instalată

a) Pentru motoare electrice în regim de lungă durată:

$$p_i = p_{et}$$

b) Pentru motoare electrice cu regim de funcționare intermitent:

$$p_i = \sqrt{DC}\, p_{et}$$

c) Pentru transformatoarele cuptoarelor electrice:

$$p_i = s_n \cos \varphi_n$$

d) Pentru transformatoarele de sudură:

$$p_i = \sqrt{DC}\, s_n \cos \varphi_n$$

unde: p_i este puterea instalată, în kW;
p_{et} — puterea din cartea tehnică a motorului electric, în kW;
s_n — puterea nominală a transformatorului, în kVA;
DC — durata relativă de conectare și reprezintă raportul dintre timpul de funcționare și timpul total (funcționare și repaus);
$\cos \varphi$ — factorul de putere.

1.2. Încărcarea medie

Puterea medie în schimbul cel mai încărcat, al grupei de receptoare electrice, cu același regim de lucru, se determină cu relația:

$$P_m = K_u P_i,$$

unde : P_m este puterea medie activă, în kW ;
K_u — coeficientul de utilizare pentru diverse grupe de receptoare electrice — vezi tabelul 1.1 ;
P_i — puterea instalată, în kW.

Tabelul 1.1

Coeficientul de utilizare K_u

Nr. crt.	DENUMIREA RECEPTOARELOR ELECTRICE	K_u
	A. UZINE COXOCHIMICE ȘI SECȚIILE ACESTORA	
1	Transportoare	0,3—0,7
2	Alimentarea cu plăci și transportoare cu bandă	0,45
3	Concasoare cu fălci	0,8
4	Stivuitoare	0,16
5	Motoare electrice de ridicat ușă	0,3
6	Schipuri de ridicare	0,05
7	Cabestane	0,5
8	Culbutoare	0,3
	B. UZINE ȘI SECȚII DIN CADRUL METALURGIEI METALELOR FEROASE ȘI NEFEROASE	
1	Pompe de apă	0,7—0,8
2	Pompele de alimentare a cuptoarelor Martin	0,9
3	Aspiratoarele de fum ale secțiilor Martiu	0,9
4	Ventilatoarele secțiilor de furnale	0,7—0,95
5	Ventilatoarele arzătoarelor de gaze	0,65
6	Ventilatoarele secțiilor de laminate	0,6—0,75
7	Ventilatoarele sălilor de mașini	0,65
8	Compresoare	0,65
9	Benzi rulante	0,35
10	Transportoare cu role izolate (DC = 100%)	0,3—1
11	Transportoare cu role de la foarfeci (DC = 100%)	0,15
12	Transportoare cu role de recepție	0,22
13	Transportoare cu role ale cîntarelor	0,34
14	Transportoare cu role ale laminorului	0,3
15	Mese de stivuit	0,10
16	Motoarele capacelor	0,1
17	Foarfeci de tăiat la rece	0,45
18	Foarfeci de tăiat la cald	0,15
19	Foarfeci pentru blumînguri	0,25
20	Transportoarele foarfecelor	0,25
21	Ferăstraie	0,5
22	Poduri transportoare	0,25
23	Ușile cuptoarelor Martin	0,25
24	Mașini de turnat din secțiile de furnale	0,3

Tabelul 1.1 (continuare)

Nr. crt.	DENUMIREA RECEPTOARELOR ELECTRICE	K_u
25	Covperele secțiilor de furnale	0,5
26	Macarale de minereuri din curtea uzinelor	0,35
27	Macarale cu greifer	0,35
28	Macarale cu magneți	0,5
29	Macarale de turnare din secțiile Martin	0,22
30	Mașini de aglomerare	0,35
31	Macarale cu clești din secțiile de laminate	0,5—0,6
32	Macarale de transport pentru producția terminată	0,45
33	Cuptoare cu rezistență cu încărcare continuă	0,8
34	Cuptoare cu rezistență cu încărcare discontinuă	0,6
35	Cuptoare cu rezistență cu încărcare automată	0,75—0,8
36	Cuptoare cu arc 3—10 tone, cu încărcare mecanizată	0,75
	C. COMBINATE DE PREPARARE ȘI FABRICI DE AGLOMERARE	
1	Pompe de apă	0,7—0,8
2	Pompe de transport hidraulic a nisipului	0,9
3	Pompe de vid	0,95
4	Ventilatoare	0,6—0,8
5	Ventilatoare de presiune din secțiile de aglomerare	0,75
6	Suflante	0,5—0,6
7	Mori cu ciocane	0,8
8	Mori cu bile	0,8
9	Transportoare cu benzi	0,5—0,6
10	Alimentatoare cu plăci	0,3—0,4
11	Elevatoare, transportoare elicoidale	0,6
12	Îngroșătoare	0,7
13	Tobe amestecătoare	0,6—0,7
14	Clasoare spirale	0,65
15	Celule de flotație	0,9
16	Filtre	0,4
17	Separatoare magnetice	0,4
18	Macarale cu greifer	0,2
	D. INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR	
1	Betoniere	0,15
2	Mașini tăiere și îndreptare sîrmă	0,15
3	Mașini de formare	0,15
4	Transportoare cu bandă	0,15
5	Transportoare cu role	0,1
6	Hidromonitoare (dispozitive de excavare)	0,25—0,93
7	Transformatoare de sudură	0,2

Tabelul 1.1 (continuare)

Nr. crt.	DENUMIREA RECEPTOARELOR ELECTRICE	K_u
	E. PRELUCRAREA METALELOR ŞI MAŞINI UNELTE	
1	Maşini de aşchiere cu producţie de serie mică, cu regim normal de lucru, strunguri mici, morteze, freze, maşini de găurit, strunguri carusel, polizoare etc.	0,12—0,14
2	Idem, pentru producţia de serie mare	0,16
3	Idem, pentru regim greu de lucru, prese de ştanţat, automate, maşini de danturare, raboteze, freze, strunguri carusel	0,17
4	Idem, cu regim deosebit de greu: ciocane, maşini de forjat, maşini de trefilare, mori etc.	0,2—0,24
5	Ventilatoare, aspiratoare	0,6—0,65
6	Pompe, compresoare	0,7
7	Macarale ($DC = 25\%$)	0,05
8	Macarale ($DC = 40\%$)	0,1
9	Elevatoare, transportoare elicoidale, transportoare cu benzi	0,4

Puterea medie activă pentru iluminat în schimbul cel mai încărcat se determină cu relaţia:

$$P_{mil} = K_c P_i$$

unde: P_{mil} este puterea medie activă pentru iluminat, în kW;

K_c — coeficientul de cerere — vezi tabelul 1.2.

Tabelul 1.2

Coeficientul de cerere K_c pentru iluminat

Nr. crt.	DENUMIREA	K_c
1	Clădiri mici de producţie şi încăperi comerciale	1,0
2	Clădiri de producţie compuse din grupuri izolate	0,95
3	Clădiri de producţie, compuse dintr-un rînd de încăperi separate	0,85
4	Biblioteci, clădiri administrative, întreprinderi de alimentaţie publică	0,9
5	Instituţii de tratament pentru copii şi elevi, oficii sociale şi laboratoare	0,8
6	Clădiri pentru depozite şi substaţii	0,6
7	Iluminat de avarie	1,0

1.3. Încărcarea maximă

Încărcarea maximă se determină cu relaţia:

$$P_M = K_M P_m$$

unde: P_M este puterea maximă, în kW (maximumul jumătăţii de oră);

K_M — coeficientul maximului puterii active — vezi tabelul 1.3 în funcţie de valoarea coeficientului de utilizare K_u şi numărul echivalent de receptoare electrice n_e;

P_m — puterea medie, în kW.

Tabelul 1.3

Coeficientul maximumului puterii active K_M în funcţie de coeficientul de utilizare K_u şi de numărul echivalent de receptoare n_e

n_e	K_u									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10	1,04
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08	1,04
9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,03
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,56	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,02
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,02
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,14	1,11	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02
120	1,19	1,16	1,12	1,09	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,06	1,06	1,05	1,02	1,02
160	1,16	1,13	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,02	1,02
180	1,16	1,12	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
220	1,14	1,12	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
240	1,14	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
260	1,13	1,11	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
280	1,13	1,10	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
300	1,12	1,10	1,07	1,06	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,01

Numărul echivalent de receptoare electrice η_e se determină cu relația:

$$\eta_e = \frac{\left(\sum_1^n p_i\right)^2}{\sum_1^n p_i^2}$$

unde: p_i este puterea nominală a grupei de receptoare, în kW.

1.4. Consumul anual de energie activă și reactivă

- *Energie activă*

$$W = \alpha P_m T,$$

unde: W este consumul anual de energie activă, în kWh;
α — coeficientul anual de folosire a energiei electrice — vezi tabelul 1.4;
T — fondul anual de timp de lucru, în h;
P_m — puterea medie activă în schimbul cel mai încărcat al grupei de receptoare, în kWh.

Tabelul 1.4

Mărimea informativă a coeficientului anual de schimb pentru folosirea energiei α al întreprinderilor cu lucru în trei schimburi

Nr. crt.	DENUMIREA ÎNTREPRINDERILOR	α
1	Uzine de aluminiu	0,95
2	Uzine de zinc, magneziu	0,92
3	Fabrici de alumină, oxid de aluminiu	0,85
4	Topitorii de cupru, nichel	0,85
5	Uzinele metalurgiei feroase	0,7—0,75
6	Secțiile furnalelor	0,65
7	Secțiile cuptoarelor Martin	0,75
8	Secțiile de laminoare	0,65
9	Fabrici de aglomerare	0,75
10	Uzinele coxochimice	0,82
11	Secțiile auxiliare a fabricilor din metalurgia metalelor feroase și neferoase	0,55
12	Uzinele constructoare de mașini grele	0,65

Consumul anual de energie electrică W, în kWh, se poate determina și pe baza consumurilor specifice pe unitatea de producție astfel:

$$W = wM,$$

unde: W este consumul anual de energie activă, în kWh;
w — consumul specific de energie pe unitatea de producție — vezi tabelul 1.5,;
M — producția anuală a întreprinderii.

La calculul consumului de energie electrică după cele două metode — pe baza puterii medii și pe baza consumu-

Tabelul 1.5

Consumurile specifice informative w [kWh/U.M.] de energie electrică pentru diferite industrii

Nr. crt.	DENUMIREA PRODUCȚIEI	U.M.	w [kWh/U.M.]
1	Cox brut cu umiditate de 6%	t	14,5—33,1
2	Fonta de furnale	t	6—8
3	Producția cuptoarelor Martin de:		
	— 125 t	t	8
	— 185 t	t	6,5
	— 200—250 t	t	6,0
	— 370—500 t	t	5,5
4	Fabrici de oxigen — producție de Nm³ oxigen	Nm³	0,65—0,85
5	Stații de compresoare — aer comprimat	Nm³	90—100
6	Producția de laminate — tone de laminate		
	— laminor bluming 1150, brame 1150	t	12
	— laminor bluming 1100	t	15
	— laminor de semifabricate 900	t	60
	— laminor continuu pentru semifabricate de 720/500 mm	t	18
	— laminoare pentru platbande și sîrme	t	60—80
	— laminoare de șine	t	46,5—69
	— laminoare de laminate grele 600—650	t	50—55
	— laminoare pentru laminate grele 500—550	t	35
	— laminoare de diferite sorturi	t	40—45
	— laminoare continue și semicontinue		
	— sorturi mijlocii 300—400	t	35—45
	— sorturi mici	t	50
	— de sîrmă	t	70

Tabelul 1.5 (continuare)

Nr. crt.	DENUMIREA PRODUCȚIEI	U.M.	w [kWh/U.M]
	— de tablă	t	60—70
	— de platbande	t	80—100
7	Laminate de aluminiu	t	6000
8	Laminate tuburi de aluminiu	t	12000
9	Laminate de cupru — semifabricate pentru trefilare sîrmă	t	75—100
10	Laminate de cupru — sîrmă pentru cabluri	t	150
11	Laminate țevi oțel	t	45
12	Laminate tuburi de oțel	t	76—167
13	Laminate automată a țevilor	t	80—140
14	Fabrici de aglomerare	aglomerate t	15—20
15	Producția de oțel a cuptoarelor electrice prin inducție, la încărcarea solidă — oțel de calitate	t	500—550
	Idem la încărcarea lichidă	t	250—300
16	Uzine de electroliză a aluminiului:		
	— secțiile de electroliză a aluminiului curent continuu	t	15150
	— idem, curent alternativ	t	17900—19000
17	Rafinarea metalelor neferoase		
	— electroliza nichelului — curent continuu	t	3500—3800
	— idem, curent alternativ	t	4200
	— electroliza plumbului	t	110—150
	— electroliza aurului	t	300
	— electroliza argintului	t	500
	— electroliza cuprului	t	180—270
	— electroliza bismutului	t	120
	— electroliza cositorului	t	190
18	Industria construcțiilor		
	— betoane	m³	3,9—4,3
	— cărămizi de zgură	1000 buc	18—22
	— cărămidă silicioasă	1000 buc	17—21
	— arderea varului	t	6—7
	— producerea ipsosului	t	16—18
	— armături	t	21—24
	— obținerea nisipului și pietrișului în cariere cu excavatoare	m³	3,8—6,3
	— obținerea pietrei brute	m³	4,2—5
	— grinzi pretensionate	t	19—21
	— confecții de tîmplărie	m³	2,7—3,2
	— plăci de azbociment	m³	103—112
	— cărămizi de diatomită	m³	34—40
	— cărămizi din pămînt	m³	16—21
	— vată și pîslă minerală	m³	6—6,4
19	Distilarea petrolului:		
	— benzine distilate (unit. de măsură în tone materie primă)	t	10—25
	— distilarea petrolului (unitatea de măsură exprimată în tone materie primă)	t	75—175
20	Fibre artificiale:		
	— mătase din vîscoză centrifugată	t	10900
	— fibre din vîscoză de celofibră	t	2000
	— sfoară de cord din vîscoză	t	4350
	— celofan	t	2500
	— fibre sintetice din capron	t	17200
21	Producția celulozei:		
	— celuloză sulfonată cu uscare	t	270
	— celuloză albită pentru hîrtie	t	535
22	Producerea hîrtiei:		
	— hîrtie pentru ziare	t	375
	— hîrtie lustruită 20—50 gr/m²	t	700
	— hîrtie de saci	t	600
	— hîrtie de scris	t	500—675
23	Producția de cartoane		
	— din celuloză de deșeu superior	t	465
	— carton pentru cutii	t	335
	— carton de ambalaj, maculatură	t	360

Tabelul 1.5 (continuare)

lui specific se admite diferențe de maxim 10%. În cazul unor diferențe mai mari se vor analiza cauzele care au condus la această situație.

Consumul anual de energie activă pentru iluminat se determină cu relația:

$$W_{il} = K_c P_n T_{il},$$

unde: K_c este coeficientul de cerere — vezi tabelul 1.2;

P_n — puterea nominală însumată a receptoarelor de iluminat;

T_{il} — numărul anual de ore de utilizare a instalațiilor de iluminat la încărcarea maximă — vezi tabelul 1.6.

Tabelul 1.6

Numărul anual de ore T [h/an] de folosire a încărcării maxime pentru iluminat

Nr. crt.	NATURA ÎNCĂRCĂRII	[h/an]
1	Iluminat de lucru	
	— la un schimb	150—400
	— la două schimburi	1750—2000
	— la trei schimburi	3800—4300
2	Iluminat general de avarie	4800
	Iluminatul exterior de lucru a teritoriului uzinelor care se cuplează zilnic	
	— pentru toată noaptea	3600
	— pînă la ora 1°°	2450
	— pînă la ora 24°°	2100
3	Iluminatul exterior de lucru al teritoriului uzinelor care se cuplează numai în zilele de lucru	
	— pentru toată noaptea	3000
	— pînă la ora 1°°	2600
	— pînă la ora 24°°	1750
4	Iluminatul teritoriilor localităţilor cuplat zilnic:	
	— pentru toată noaptea	3500
	— pînă la ora 1°°	2350
	— pînă la ora 24°°	1950

- *Energia reactivă*

$$V = \alpha Q_m T,$$

unde: V este consumul anual de energie reactivă, în kvarh;
Q_m — puterea reactivă medie, în schimbul cel mai încărcat, în kvar.

1.5. Puterea activă de calcul [16]

Puterea activă de calcul, după normativul [16], se determină cu relaţia:

$$P_c = k_c P_i,$$

unde: P_c este puterea de calcul activă sau puterea cerută, în kW;
k_c — factorul de cerere — vezi tabelul 1.7;
P_i — puterea instalată, în kW;

Tabelul 1.7

Coeficienţii medii de cerere K_c pentru ramurile industriale

Nr. crt.	Ramura şi subramura	K_c
1	Industria preparării şi brichetării cărbunelui	0,45
2	Industria extracţiei cărbunelui-exclusiv turba	0,37
3	Industria coxo-chimică (producere cox, semicox, gudroane şi alte produse coxo-chimice)	0,39
4	Industria extracţiei ţiţeiului, a gazelor petroliere şi a gazolinei	0,34
5	Industria prelucrării ţiţeiului şi a gazolinei	0,39
6	Industria extracţiei şi transportului gazului metan	0,19
7	Industria extracţiei şi preparării minereurilor feroase	0,43
8	Industria metalurgiei feroase (producere fontă, oţel, feroaliaje, laminate, ţevi de oţel, trefilate)	0,33
9	Industria extracţiei şi preparării minereurilor neferoase şi rare (inclusiv pirita)	0,51
10	Industria metalurgiei neferoase	0,33
11	Industria constructoare de maşini	0,33
12	Industria electrotehnică	0,29
13	Industria construcţiilor metalice şi a produselor metalice	0,26
14	Industria reparaţiilor de maşini şi utilaje	0,28
15	Industria chimico-minieră-extracţie şi preparare sulf, fluorină, dolomită, apatită, fosforită, datomită, săruri potasice, etc.	0,45
16	Industria chimică propriu-zisă	0,53
17	Industria prelucrării cauciucului, maselor plastice şi azbocimentului	0,53
18	Industria extracţiei minereurilor nemetalifere (azbest, mică, grafit, etc.)	0,56
19	Industria cimentului	0,59
20	Industria prefabricatelor din beton	0,24
21	Industria exploatării forestiere	0,41
22	Industria de cherestea	0,42
23	Industria prelucrării lemnului	0,35
24	Industria celulozei şi a hîrtiei	0,43
25	Industria sticlei	0,36
26	Industria textilă	0,50
27	Industria confecţiilor	0,50
28	Industria cărnii	0,37
29	Industria morăritului	0,53
30	Industria zahărului	0,44
31	Industria poligrafică	0,20

Determinarea încărcărilor electrice provenite de la cuptoarele electrice, motoarele electrice de mare putere, locomotivelor electrice, acţionările principale ale laminoarelor

etc. se efectuează pe baza graficelor de încărcare și a procesului tehnologic de producție.

Încărcările stațiilor de pompe, compresoare și a suflantelor se pot determina și pe baza consumului specific de energie electrică pe unitatea de volum a purtătorului de energie (apă, aer).

La determinarea puterii medii nu se iau în calcul receptoarele electrice de rezervă, transformatoarele de sudură pentru operațiile de reparații accidentale, pompele de incendiu și receptoarele cu o durată scurtă de funcționare.

1.6. Pierderile anuale de energie electrică și de putere

Pierderile anuale de energie activă:

$$\Delta W_a = nI_m RT \cdot 10^{-3}.$$

Pierderea maximă de putere:

$$\Delta P_M = nI_M R \cdot 10^{-3};$$

unde: ΔW_a este pierderea anuală de energie electrică, în kWh;
n — numărul de faze;
R — rezistența fazei, în Ω;
I_m — curentul mediu de calcul, în A;
I_M — curentul maxim, în A.

1.7. Curentul de vîrf

Curentul de vîrf i_r al unui receptor sau a unei grupe de receptoare electrice I_r reprezintă curentul admis pentru 1—2 s.

a) Pentru consumatori cu motoare asincrone:

$$I_r = i_{op} + (I_M - K_u i_{nm}).$$

b) Pentru cazul cînd în grupă există motoare sincrone puternice și numărul de receptoare este mic, puterile receptoarelor deosebindu-se esențial:

$$I_r = i_{op} + K_M \frac{\sqrt{(P_m - p_m)^2 + (Q_m - q_m)^2}}{\sqrt{3}\,U},$$

unde: I_r este curentul de vîrf al grupei de receptoare electrice, în A;
i_{op} — curentul de pornire al celui mai mare receptor din grupă, în A;
I_M — curentul maxim, în A;
i_{nm} — curentul nominal al receptorului de putere maximă cu cel mai mare curent de pornire, în A;
P_m, Q_m — suma puterilor active și reactive medii în schimbul cel mai încărcat, în kW și kvar;
p_m, q_m — încărcarea activă și reactivă a receptorului avînd cel mai mare curent de pornire în schimbul cel mai încărcat în kW și kvar;
K_M — coeficientul maximumului puterii active pentru grupa de receptoare prin scăderea receptorului care are curentul de pornire maxim.

Receptorul avînd cel mai mare curent de pornire, după caz, poate să fie motorul asincron cu rotorul în scurtcircuit sau motorul sincron, motorul asincron cu rotorul bobinat sau transformatorul cuptoarelor electrice.

Pentru transformatoarele care alimentează laminoarele puternice, cuptoare cu arc electric nu se aplică metodele de mai sus.

2. Dimensionarea rețelelor electrice în funcție de încălzirea conductoarelor

La trecerea curentului prin conductoarele electrice, acestea se încălzesc. Cantitatea de căldură degajată:

$$Q = 0{,}24RI^2t,$$

unde: Q este cantitatea de căldură produsă, în cal;
R — rezistența ohmică, în Ω;
I — curentul, în A;
t — timpul, în s.

Procesul de încălzire și de răcire a conductoarelor sub acțiunea curentului electric este redat în diagramele din figura 2.1 și anume: *a* — încălzirea conductoarelor la tre-

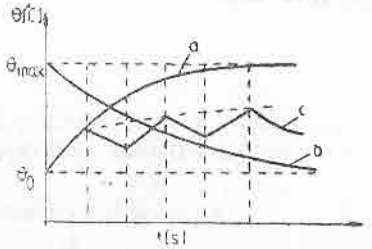


Fig. 2.1. Graficul încălzirii și răcirii conductoarelor.

cerea curentului în timpul t; *b* — răcirea conductoarelor la întreruperea curentului în timpul t; *c* — încălzirea conductoarelor la parcurgerea intermitentă a curentului electric.

Temperaturile maxime admise pentru diverse tipuri de rețele electrice sînt redate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Temperaturile[1] maxime admisibile pentru conductoare în regim normal de funcționare și regim de scurtcircuit[2]

Tipul rețelei	Condițiile de funcționare	Tensiunea U_0/U în [kV/kV]			
		0,6/1	3,5/6	5,8/10	12/20
		Temperatura maximă [°C]			
STAS 8778/1-85	În condiții de sarcină nominală	70	70	70	—
	În condiții de scurtcircuit (5 S)	160	160	160	—
STAS 4481/1-85	În condiții de sarcină nominală pentru cabluri:				
	— cu mai multe conductoare	80	80	65	—
	— monofazate cu 3 mantale sau cu ecran	80	80	70	65
	În condiții de scurtcircuit (maxim 5s)	160	160	140	140
Bare conductoare de curent	În condiții de sarcină nominală	65	65	65	65
Conductoare AF, AFy	În condiții de sarcină nominală	70	—	—	—
Conductoare cu izolație cauciuc	În condiții de sarcină nominală	60	—	—	—
LEA[3]	În condiții nominale de funcționare	70	70	70	70
	În condiții de scurtcircuit [3]:				
	— conductoare de cupru	170(200)	170(200)	170(200)	170(200)
	— conductoare de aluminiu	130(180)	130(180)	130(180)	130(180)
	— conductoare de OL—AL	160	160	160	160

[1] Prin temperatură maximă la sarcina nominală se înțelege suma dintre temperatura mediului ambiant și supratemperatura conductorului datorită sarcinii nominale.

[2] Prin temperatură maximă în condiții de scurtcircuit se înțelege suma dintre temperatura mediului ambiant, supratemperatura conductorului datorită sarcinii nominale și supratemperatura datorită curentului de scurtcircuit timp de 5s.

[3] La LEA în condiții de scurtcircuit cifrele din paranteză se referă la cazurile în care conductoarele nu sînt supuse la eforturi de fracțiune.

2.1. Dimensionarea rețelelor electrice pe baza tabelelor de intensități maxime admisibile

Pentru întreaga gamă de rețele electrice, dimensionarea lor din punct de vedere al încălzirii conductoarelor sub acțiunea curentului electric, se efectuează pe bază de tabele de intensități maxime admise, în regim permanent.

Pentru calculul rețelelor electrice din punct de vedere termic se determină curentul de calcul:

$$I_c = \frac{I_M}{k_1, k_2, \ldots, k_n},$$

unde: I_c este curentul de calcul, în A, pe baza căruia se determină secțiunea necesară a conductoarelor din tabele de intensități maxime admise;

I_M — curentul maxim, în A — vezi subcap.1.3;

$k_1 k_2 \ldots k_n$ sînt coeficienții de corecție aplicați pentru alte condiții de montaj a rețelelor electrice față de cele date în tabelele de bază.

Curentul maxim I_M, în A, pentru rețelele electrice trifazate se determină cu relația:

$$I_M = \frac{1000\ P_M}{\sqrt{3}\ \eta \cos \varphi},$$

unde: $k = \frac{1000}{\sqrt{3}\ U \cos \varphi}$ este un coeficient dat în tabelul 2.2 în funcție de tensiunea rețelei electrice, în V, și factorul de putere cos φ;

P_M — puterea maximă, în kW, pentru rețelele avînd tensiunea $U = 127 - 1000$V și în MW — pentru rețelele electrice cu tensiunea cuprinsă între 3 și 35 kV;

cos φ — factorul de putere;

η — randamentul motorului electric (în cazul aplicării relației de sus pentru determinarea curentului de calcul al motoarelor electrice).

Tabelul 2.2

Coeficientul $k = \frac{1000}{\sqrt{3}\ U \cos \varphi}$ în funcție de tensiunea rețelei și a factorului de putere cos φ pentru rețele electrice, curent alternativ trifazat

U [V]	P	Coeficientul k pentru cos φ: 0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,00
127	P < 1 kW	6,494	6,061	5,682	5,348	5,051	4,785	4,546
220		3,749	3,499	3,280	3,087	2,916	2,762	2,624
380		2,170	2,026	1,899	1,787	1,688	1,599	1,519
500		1,650	1,540	1,443	1,358	1,283	1,215	1,155
660		1,250	1,166	1,093	1,029	0,972	0,921	0,875
1 000		0,825	0,771	0,722	0,679	0,642	0,608	0,577
3 000	P = 1 MW	274,929	256,600	240,523	226,412	213,833	202,579	192,450
5 000		164,957	153,960	144,338	135,847	128,300	121,547	115,470
6 000		137,464	128,300	120,281	113,206	106,917	101,290	96,225
10 000		82,479	76,980	72,169	67,924	64,150	60,774	57,735
15 000		54,986	51,320	48,112	45,282	42,767	40,516	38,490
20 000		41,239	38,490	36,084	33,962	32,075	30,387	28,866
25 000		32,991	30,792	28,868	27,169	25,660	24,309	23,094
30 000		27,493	25,660	24,056	22,641	21,383	20,258	19,245
35 000		23,565	21,994	20,620	19,407	18,329	17,364	16,496
60 000		13,746	12,830	12,028	11,321	10,692	10,129	9,623

Intensităţile maxime admise ale curenţilor în regim permanent pentru cabluri cu conductoare de aluminiu sau de cupru, cu izolaţie şi manta din PVC — STAS 8778/1-85

Temperatura mediului ambiant: +20°C la pozare în pământ, +30°C la pozarea în aer. Temperatura maximă a conductoarelor: +70°C

Tabelul 2.3

Nr. crt.	Denumirea conductoarelor şi modul de pozare	Materialul	Mediul ambiant şi temperatura [°C]	Tensiunea U_0/U, [kV/kV]	Nr. conductoare	Secţiunea conductoarelor [mm²]														
						1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
1	Cablu cu 1 conductor c.c.	Aluminiu	PĂMÂNT LA +20°C	0,6/1	1	—	—	52	68	86	113	150	180	215	270	325	375	420	480	560	640
2	Cablu cu 2 conductoare			0,6/1	2	—	—	42	52	69	90	115	140	165	200	245	275	315	355	415	465
3	Cablu trifazat			0,6/1	3,4	—	—	36	45	60	78	100	120	145	175	215	245	275	310	360	410
				3,6/6	3	—	—	—	—	—	—	97	115	135	170	200	230	260	290	330	380
				5,8/10	3	—	—	—	—	—	—	—	110	130	160	190	215	245	280	315	355
4	Cablu cu 1 conductor în sistem trifazat			0,6/1	3×1L	—	—	—	—	—	—	120	145	170	210	250	290	325	365	420	475
				3,6/6	3×1L	—	—	—	—	—	—	115	140	165	205	240	275	305	350	405	455
				5,8/10	3×1L	—	—	—	—	—	—	—	130	155	190	230	260	290	330	385	430
5	Cablu cu 1 conductor pozare în treflă			0,6/1	3×1T	—	—	—	—	—	—	110	130	155	190	230	260	295	330	380	430
				3,5/6	3×1T	—	—	—	—	—	—	105	125	150	185	220	255	285	325	375	425
				5,8/10	3×1T	—	—	—	—	—	—	—	120	140	175	210	240	270	305	360	405
6	Cablu cu 1 conductor c.c.		AER LA +30°C	0,6/1	1	—	—	36	46	63	82	110	135	165	210	260	300	350	400	480	550
7	Cablu cu 2 conductoare			0,6/1	2	—	—	30	38	52	70	94	115	140	180	215	250	290	335	393	460
8	Cablu trifazat			0,6/1	3	—	—	27	34	47	63	82	100	125	155	190	220	250	285	340	390
				3,5/6	3	—	—	—	—	—	—	87	105	130	160	195	220	250	285	340	390
				5,8/10	3	—	—	—	—	—	—	—	100	120	150	185	210	240	270	310	355
9	Cablu cu 1 conductor utilizat în sistem trifazat			0,6/1	3×1L	—	—	—	—	—	—	105	130	160	200	245	290	335	380	460	560
				3,5/6	3×1L	—	—	—	—	—	—	105	130	155	200	240	275	315	365	435	500
				5,8/10	3×1L	—	—	—	—	—	—	—	120	145	185	220	255	290	335	400	460
10	Cablu cu 1 conductor pozare în treflă			0,6/1	3×1T	—	—	—	—	—	—	91	115	140	175	220	255	295	340	410	470
				3,5/6	3×1T	—	—	—	—	—	—	96	115	140	180	220	255	290	335	400	465
				5,8/10	3×1T	—	—	—	—	—	—	—	110	135	170	205	235	270	310	370	430
11	Cablu cu 1 conductor c.c.	Cupru	PĂMÂNT LA +20°C	0,6/1	1	37	50	65	83	110	145	190	235	280	350	420	480	540	620	720	820
12	Cablu cu 2 conductoare			0,6/1	2	30	41	53	66	88	115	150	180	210	260	315	360	400	460	530	590
13	Cablu trifazat			0,6/1	3	27	36	46	58	77	100	130	155	185	230	275	315	355	400	465	520
				3,5/6	3	—	—	—	—	—	—	125	150	175	220	260	295	335	370	425	475
				5,8/10	3	—	—	—	—	—	—	—	145	170	210	245	280	320	355	405	450
14	Cablu cu 1 conductor în sistem trifazat			0,6/1	3×1L	—	—	—	—	—	120	155	185	220	270	325	370	420	470	540	620
				3,5/6	3×1L	—	—	—	—	—	—	150	180	210	260	310	350	390	445	510	570
				5,8/10	3×1L	—	—	—	—	—	—	—	165	195	245	290	330	370	420	490	550
15	Cablu cu 1 conductor pozare în treflă			0,6/1	3×1T	—	—	—	—	—	110	140	170	200	245	295	335	380	430	490	550
				3,5/6	3×1T	—	—	—	—	—	—	135	165	195	240	285	325	365	415	480	540
				5,8/10	3×1T	—	—	—	—	—	—	—	155	185	230	270	310	345	395	460	520
16	Cablu cu 1 conductor c.c.		AER LA +20°C	0,6/1	1	26	35	46	58	80	105	140	175	215	270	335	390	445	510	620	710
17	Cablu cu 2 conductoare			0,6/1	1	21	29	38	48	66	90	120	150	180	230	275	320	375	430	510	590
18	Cablu trifazat			0,6/1	3	18	25	34	44	60	80	105	130	160	200	245	285	325	370	435	500
				3,5/6	3	—	—	—	—	—	—	110	135	165	205	250	285	325	370	430	490
				5,8/10	3	—	—	—	—	—	—	—	130	155	195	235	270	310	350	400	450
19	Cablu cu 1 conductor utilizat în sistem trifazat			0,6/1	3×1L	—	—	—	—	—	100	135	170	205	260	320	375	430	490	590	680
				3,5/6	3×1L	—	—	—	—	—	—	135	165	200	255	310	360	405	465	550	640
				5,8/10	3×1L	—	—	—	—	—	—	—	155	185	235	285	330	370	430	510	590
20	Cablu cu 1 conductor pozare în treflă			0,6/1	3×1T	—	—	—	—	—	86	120	145	180	225	280	330	380	440	530	610
				3,5/6	3×1T	—	—	—	—	—	—	125	155	185	235	285	330	370	430	510	600
				5,8/10	3×1T	—	—	—	—	—	—	—	145	179	220	265	305	345	405	475	550

Intensităţile maxime admise ale curenţilor în regim permanent pentru cabluri Temperatura mediului ambiant: +20°C la

Nr. crt.	Denumirea conductoarelor	Materialul	Mediul ambiant şi temperatura, [°C]	Temp. maximă conductoare [°C]	Tensiunea U_0/U [kV/kV]	Nr. conductoare
1	Cabluri în c.a. sau c.c. (cu un conductor)	Aluminiu	Pământ, a 20 °C	+80	0,6/1	1 2 3,4
2	Cabluri trifazate				3,5/6	3
				+65	5,8/10	3
3	Cabluri cu 3 mantale de plumb şi cabluri ecranate			+80	3,5/6	1
				+70	5,8/10	1
				+65	11,6/20	1
4	Cabluri cu 1 conductor, nearmate în manta de plumb, pozate în linie într-un sistem trifazat			+80	3,5/6	3×1L
				+70	5,8/10	3×1L
				+65	11,6/20	3×1L
5	Cabluri în c.a. sau c.c. (cu 1 conductor)		Aer, la 30 °C	+80	0,6/1	1 2 3,4
6	Cabluri trifazate				3,5/6	3
				+65	5,8/10	3
7	Cabluri cu 3 mantale de plumb şi cabluri ecranate			+80	3,5/6	1
				+70	5,8/10	1
				+65	11,6/20	1
8	Cabluri cu 1 conductor, nearmate, în manta de plumb pozate în linie, într-un sistem trifazat			+80	3,5/6	3×1L
				+70	5,8/10	3×1L
				+65	11,6/20	3×1L
9	Cabluri în c.a. sau c.c. (cu 1 conductor)	Cupru	Pământ, la 20 °C	+80	0,6/1	1 2 3,4
10	Cabluri trifazate				3,5/6	3
				+65	5,8/10	3
11	Cabluri cu 3 mantale de plumb şi cabluri ecranate			+80	3,5/6	1
				+70	5,8/10	1
				+65	11,6/20	1
12	Cabluri cu 1 conductor, nearmate, în manta de plumb, pozate în linie într-un sistem trifazat			+80	3,5/6	3×1L
				+70	5,8/10	3×1L
				+65	1,6/20	3×1L
13	Cabluri cu c.a. sau c.c. (cu 1 conductor)		Aer, la 30 °C	+80	0,6/1	1 2 3,4
14	Cabluri trifazate				3,5/6	3
				+65	5,8/10	3
15	Cabluri cu 3 mantale de plumb şi cabluri ecranate			+80	3,5/6	1
				+70	5,8/10	1
				+65	11,6/20	1
16	**Cabluri cu 1 conductor, nearmate în manta de plumb pozate în linie, într-un sistem trifazat**			+80	3,5/6	3×1L
				+70	5,8/10	3×1L
				+65	11,6/20	3×1L

Tabelul 2.4

cu conductoare de aluminiu şi de cupru, izolaţie de hîrtie; STAS 4431/1-55
pozare în pămînt şi +30°C la pozare în aer

Secţiunea conductoarelor [mm²]

16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
125	160	195	235	295	350	405	460	520	600	690	820
92	120	145	175	220	260	300	345	390	450	510	590
79	100	125	150	190	225	255	290	330	375	420	490
—	100	125	150	190	225	255	290	330	375	420	490
—	89	110	130	165	195	255	255	285	325	370	430
—	102	125	150	185	225	255	290	325	370	415	480
—	—	115	140	175	205	235	265	300	340	385	450
—	—	—	130	185	195	220	250	285	325	365	420
97	125	150	180	225	265	300	340	380	435	490	560
—	—	135	165	205	240	275	310	350	400	450	510
—	—	—	150	190	225	255	290	320	370	420	480
100	130	160	195	250	305	355	410	465	550	630	760
78	100	120	150	190	235	270	315	360	425	490	590
70	91	110	140	175	215	250	285	325	385	440	530
—	91	110	140	175	215	250	285	325	385	440	530
—	78	95	115	150	180	210	240	275	320	370	440
—	98	120	150	185	225	255	295	335	390	450	530
—	—	110	135	170	200	230	250	300	350	400	475
—	—	—	125	160	190	220	250	285	330	380	440
92	120	150	185	235	285	330	380	440	510	590	700
—	—	135	165	210	255	295	340	385	450	520	620
—	—	—	150	190	230	270	310	350	410	470	560
165	210	255	305	385	460	530	600	680	790	900	1060
125	160	195	235	290	350	395	450	500	570	640	740
105	135	165	195	215	290	330	375	420	480	540	620
—	135	165	195	245	295	330	375	420	480	540	620
—	120	145	170	215	255	290	325	365	420	470	540
—	135	165	195	245	290	330	370	420	480	530	600
—	—	155	185	230	270	310	350	380	440	490	560
—	—	—	175	215	255	290	325	365	420	465	530
125	165	200	235	290	340	390	440	480	550	610	700
—	—	180	215	265	315	355	400	450	510	560	640
—	—	—	200	245	290	330	370	410	470	520	590
130	175	215	260	330	395	460	530	600	720	830	1000
105	110	170	205	260	310	360	410	470	550	620	740
90	120	150	180	230	280	325	370	420	490	560	660
—	120	150	180	230	280	325	370	420	490	560	660
—	105	125	155	195	235	270	310	355	410	470	550
—	130	160	190	240	290	330	380	430	500	570	660
—	—	145	175	220	260	300	340	390	450	510	590
—	—	—	165	205	245	280	320	360	420	480	560
120	160	200	245	310	370	430	500	560	660	750	880
—	—	175	215	270	330	380	440	500	580	660	770
—	—	—	200	250	300	350	400	455	530	600	700

În continuare se dau metodele de calcul al secțiunii conductoarelor electrice pe baza încălzirii acestora la trecerea curentului electric.

2.1.1. Rețele electrice în cablu [8,27 și 28]

Secțiunile rețelelor electrice în cablu se determină pe baza intensităților maxime admise în regim permanent din tabelul 2.3 pentru cabluri cu izolație și manta din PVC și din tabelul 2.4 pentru cabluri cu izolație din hîrtie și manta de plumb.

La determinarea secțiunilor pe baza intensităților maxime admise se aplică următorii coeficienți de corecție:

k_1 — este coeficientul de corecție în funcție de rezistivitatea termică a solului, la pozarea în pămînt a cablurilor — vezi tabelul 2.5;

k_2 — coeficientul de corecție pentru un anumit număr de cabluri sau sisteme de cabluri pozate pe rastele — vezi tabelul 2.6;

k_3 — coeficientul de corecție pentru temperatura mediului ambiant diferită de cea luată ca bază în tabelele de încărcări maxime admise și temperatura maximă a conductoarelor — vezi tabelul 2.7;

$k_4 = 1{,}15$ — coeficientul de corecție la pozarea cablurilor în apă;

k_5 — coeficientul de corecție pentru cabluri pozate alăturat în pămînt — vezi tabelul 2.8;

k_6 — coeficientul de corecție pentru sarcini intermitente

$$k_6 = 0{,}875\sqrt{DC},$$

unde: DC este durata relativă de conectare a sarcinilor și se definește ca raportul dintre timpul efectiv de funcționare și timpul total: funcționare și repaus. Coeficientul k_6 se calculează numai pentru $s > 10$ mm² cupru și $s > 16$ mm² alu-

Tabelul 2.5

Coeficientul de corecție k_1 în funcție de rezistivitatea termică a solului

1	2	3	4	Rezistivitatea termică a solului [°C · cm/W]							
	U_0/U [kV/kV]	Se aplică la:	Gama de secțiuni	70	100	120	150	200	250	300	
				5	6	7	8	9	10	11	
STAS 8778/1-83	0,6/1	Cabluri cu două conductoare, un conductor în curent continuu	≤25	1,09	1	0,95	0,88	0,80	0,73	0,69	
			35–95	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,71	0,66	
			120–240	1,12	1	0,94	0,86	0,78	0,70	0,65	
			300	1,13	1	0,93	0,86	0,77	0,69	0,65	
	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Cabluri cu 3 și 4 conductoare	≤25	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67	
			35–95	1,13	1	0,93	0,86	0,76	0,70	0,64	
			120–240	1,14	1	0,93	0,85	0,75	0,69	0,63	
			300	1,15	1	0,92	0,85	0,75	0,68	0,63	
	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Cabluri monofazate în sistem trifazat cîte trei pozate în linie sau în trefilă	≤25	1,12	1	0,94	0,85	0,76	0,70	0,65	
			35–95	1,14	1	0,93	0,84	0,74	0,68	0,62	
			120–240	1,15	1	0,93	0,83	0,74	0,67	0,61	
			300	1,16	1	0,92	0,83	0,73	0,66	0,61	

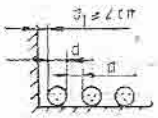
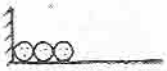
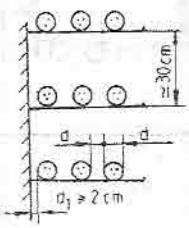
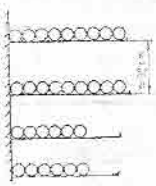
Tabelul 2.5 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
STAS 4487/1-85	0,6/1 11,6/20	a) Cablu cu trei sau patru conductoare b) Trei cabluri monofazate neamate	≤25 35—95 120—240 300	1,11 1,13 1,14 1,15	1 1 1 1	0,94 0,93 0,93 0,92	0,87 0,86 0,85 0,85	0,78 0,76 0,76 0,75	0,72 0,70 0,69 0,68	0,67 0,64 0,63 0,63
	3,5/6 5,8/10 3,5/8 3,5/8	— Cablu cu 2 conductoare $U_0/U = 0,6/1$ — Cablu cu 3 sau 4 conductoare 3,5/6; 5,8/10 kV/kV Cabluri cu 3 mantale ecranat 3,5/6; 5,8/10 kV/kV	≤25 35—95 120—240 300	1,09 1,11 1,12 1,13	1 1 1 1	0,95 0,96 0,94 0,93	0,88 0,87 0,86 0,86	0,80 0,78 0,78 0,77	0,73 0,71 0,70 0,69	0,69 0,66 0,65 0,65
	11,6	Cablu cu 3 mantale ecranat 11,6/20 kV/kV	≤25 35—95 120—240 300	1,08 1,10 1,11 1,12	1 1 1 1	0,96 0,95 0,95 0,94	0,90 0,90 0,88 0,88	0,81 0,79 0,79 0,78	0,75 0,73 0,72 0,71	0,70 0,67 0,66 0,66
	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Trei cabluri monofazate neecranate 0,6/1; 3,5/6; 5,8/10 kV/kV	≤25 35—95 120—240 300	1,08 1,10 1,11 1,12	1 1 1 1	0,94 0,93 0,93 0,92	0,85 0,84 0,83 0,83	0,76 0,74 0,74 0,73	0,70 0,68 0,67 0,66	0,65 0,62 0,61 0,61
	0,6/1	Cabluri cu 1 conductor în curent continuu — 0,6/1 kV/kV	≤25 35—95 120—240 300	1,08 1,10 1,11 1,12	1 1 1 1	0,95 0,94 0,94 0,93	0,89 0,88 0,87 0,87	0,80 0,78 0,78 0,77	0,75 0,73 0,72 0,71	0,70 0,67 0,66 0,66

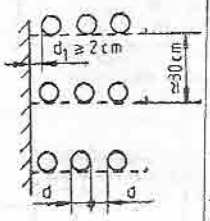
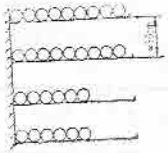
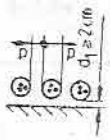
Tabelul 2.6

Coeficientul de corecție k_2 pentru un anumit număr de cabluri sau sisteme de cabluri pozate pe pardosele, pereți și rastele

a) Cabluri în curent continuu cu mai multe conductoare în curent alternativ pozate în linie

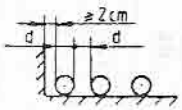
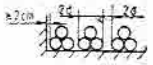
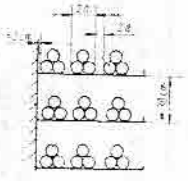
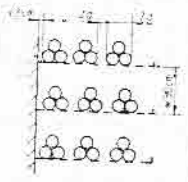
Modul de pozare	Figura	k_2 pt. nr. de cabluri pozate la $d_1 \geq 2$ cm și la distanța d					Figura	k_2 pt. nr. de cabluri pozate cu atingere reciprocă				
		1	2	3	6	9		1	2	3	6	9
1. Cabluri pe pardoseală sau pe fundul unui canal		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,90	0,84	0,80	0,75	0,73
Cabluri pe paturi (circulația aerului este împiedicată) Nr. de paturi												
1		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
2		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
3		0,88	0,83	0,81	0,79	0,78		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
6		0,86	0,81	0,79	0,77	0,76		0,95	0,76	0,76	0,68	0,66

Tabelul 2.6 (continuare)

Modul de pozare	Figura	k_2 pt. nr. de cabluri pozate la $d_1 \geq 2$ cm și la distanța d					Figura	k_2 pt. nr. de cabluri pozate cu atingere reciprocă				
		1	2	3	6	9		1	2	3	6	9
2. Cabluri pe grătare Nr. de grătare												
1		1	0,98	0,96	0,93	0,92		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
2		1	0,95	0,93	0,90	0,89		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
3		1	0,94	0,92	0,89	0,88		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
6		1	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66
3. Cablul pe stelaje metalice sau pe perete		1	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,78	0,73	0,68	0,66

b) Cabluri monofazate în sisteme trifazate pozate cîte trei

Tabelul 2.6 (continuare)

Modul de pozare	Pozare în linie	Nr. sistemelor			Pozate în treflă	Nr. sistemelor		
		1	2	3		1	2	3
4. Cabluri pe pardoseală sau pe fundul unui canal		0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88
5. Cabluri pe paturi (circulația aerului este împiedicată) Nr. de paturi								
1		0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88
2		0,87	0,84	0,83		0,90	0,85	0,83
3		0,84	0,82	0,81		0,88	0,83	0,81
6		0,82	0,80	0,79		0,86	0,81	0,79
6. Cablu pe grătare Nr. de grătare								
1		1	0,97	0,96		1	0,98	0,96
2		0,97	0,94	0,93		1	0,95	0,93
3		0,96	0,93	0,92		1	0,94	0,92
6		0,94	0,91	0,90		1	0,93	0,90

NOTĂ: Pentru distanța de la perete ≥ 2 cm și distanța între cabluri $\geq 2\,d$, se ia $k_2 = 1{,}00$

Coeficientul de corecție k_3 în funcție de temperatura mediului ambiant și de temperatura maximă admisă pentru conductoare

Tabelul 2.7

STAS conductor	Felul rețelei și modul de pozare	Tensiunea rețelei U_0/U [kV/kV]	Temperatura maximă a conductoarelor [°C]	Temperatura mediului ambiant [°C]	Tabelul la care se referă
STAS 8778/1-85	a) Cabluri cu izolație și manta PVC pozate în pământ	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10	+70	+20 Pământ	2.3
	Idem pozate în aer	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10	+70	+30 aer	
STAS 4481/1-85	b) Cabluri cu izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb pozate în pământ: — cabluri cu mai multe conductoare	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10	+89 +65	+20° Pământ	2.4
	— Cabluri monofazate cu trei mantale sau cu ecran	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10 11,6/20	+80 +70 +65		
	— Cabluri cu mai multe conductoare	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10	+80 +65	+30 aer	
	Cabluri monofazate cu mantale sau cu ecran.	0,6/1 ; 3,5/6 5,8/10 11,6/20	+80 +70 +65		
	Linii electrice aeriene	—	+70	+25	2.9
	Conductoare Fy, F750, AFY ; AF750	0,4	+70	+25	2.10
	Conductoare cu izolație cauciuc	0,4	+60	+25	
	Bare conductoare de curent.	—	+65	+35	2,11, 2.12, 2.13

Coeficientul k_3 în funcție de temperatura mediului ambiant [°C]

5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	+55	+60
—	—	—	1,09	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	—	—	—	—
—	—	—	1,12	1,06	1	0,93	0,87	0,79	0,71	—	—	—	—
—	—	—	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50
—	—	—	11,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	—
—	—	—	—	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,82	—	—	—	—
—	—	—	—	1,00	1,00	0,94	0,98	0,82	0,75	—	—	—	—
—	—	—	—	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,82	—	—	—	—
—	—	—	—	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	—	—	—	—
—	—	—	—	1,00	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1,05	1,00	0,95	0,80	0,84	0,78	0,71	0,63
—	—	—	—	—	—	1,00	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	0,38
—	—	—	—	—	—	1,05	1,00	0,95	0,87	0,84	0,78	0,71	0,63
—	—	—	—	—	—	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50
—	—	—	—	—	—	1,00	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	0,38
1,29	1,24	1,20	1,156	1,11	1,053	1,00	0,943	0,884	0,818	0,746	0,667	0,577	0,471
—	—	1,20	1,156	1,11	1,053	1,00	0,943	0,884	0,818	0,746	0,667	—	—
—	—	1,25	1,195	1,135	1,070	1,00	0,926	0,845	0,757	0,655	0,535	—	—
—	1,60	1,53	1,45	1,36	1,28	1,19	1,09	1,00	0,89	0,77	0,66	0,51	0,33

Tabelul 2.8

Coeficientul k_5 pentru cabluri pozate în pămînt

Modul de pozare	Nr. cablurilor							
	1	2	3	4	5	6	8	≥10
Cabluri în c.c. şi cabluri cu mai multe conductoare pozate în linie în pămînt la adîncime de 70 cm, cu distanţă liberă între cabluri de 7 cm	1	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
Sisteme trifazate de cîte trei cabluri monofazate, pozate în linie în pămînt, la adîncime de 70 cm, cu distanţă liberă între cabluri de 7 cm	1	0,82	0,74	0,68	—	—	—	—
Idem, pozate în treflă cu distanţă între sisteme de 25 cm	1	0,85	0,77	0,72	—	—	—	—
Cabluri cu mai multe conductoare, pozate în ţevi separate din oţel sau din alt material, aşezate în linie	0,82	0,74	0,70	0,67	0,65	0,63	0,60	0,58

miniu şi timpul de aplicare a sarcinii permanente este mai mic de 4 min şi durata de deconectare este mai mare de 6 min.

În cazul pozării cablurilor în tunele aglomerate secţiunile se determină pe baza STAS 8778/1—85.

Referitor la determinarea coeficientului k_1, se dau următoarele rezistivităţii termice, în °C · cm/W.

— teren umplut cu zgură, uscat: 550
— teren obişnuit uscat: 310
— nisip 10% umiditate: 105
— nisip 20% umiditate: 75
— nisip îmbibat cu apă: 55
— teren nisip uscat: 95
— teren nisip 8% umiditate: 60
— teren nisip, cu humă sau lut: 65
— teren umed sau mlăştinos: 50
— rocă dură (granit, bazalt etc.): 35
— rocă poroasă (calcar, gresie etc.): 60

La pozarea cablurilor se va avea în vedere respectarea temperaturilor maxime în regim normal de funcţionare şi în regim de scurtcircuit. De asemenea, se vor respecta temperaturile de pozare. Aceste condiţii sînt redate în tabelul 2.1.

2.1.2. Linii electrice aeriene LEA

Intensităţile maxime admise în regim permanent pentru conductoarele LEA sînt redate în tabelul 2.9. Pentru alte temperaturi de montaj a LEA faţă de cele din tabelul 2.9 se aplică coeficientul de corecţie k_3 din tabelul 2.7.

Tabelul 2.9

Intensităţile maxime admise ale curenţilor în regim permanent pentru conductoare neizolate din cupru, aluminiu, oţel-aluminiu, şi oţel, montate în aer la temperatura mediului ambiant +25°C. Temperatura maximă admisă pe conductor: +70°C

Secţiunea nominală [mm²]	Cupru		Aluminiu		Oţel-Aluminiu		Oţel
	Felul montajului						
	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior
6	70	50	—	—	—	—	—
10	95	80	75	60	80	50	—
16	130	100	105	75	105	75	45
25	180	140	135	105	130	100	60
35	220	170	170	130	175	135	75
50	270	215	215	165	210	165	90
70	340	270	265	210	265	210	125
95	415	335	320	255	330	260	140
120	485	393	375	300	380	305	—
150	570	465	440	355	445	365	—
185	640	530	500	410	510	425	—
240	760	635	590	490	610	505	—
300	880	740	680	570	690	585	—
400	1050	895	815	690	835	715	—
500	—	—	980	820	—	—	—
600	—	—	1070	830	—	—	—

Pentru conductoarele Fy, F 750, A Fy, A F 750 — STAS 6865-80 și conductoare STAS 7350/2-80, intensitățile maxime admise ale curenților în regim permanent sînt redate în tabelul 2.10. Pentru alte temperaturi se aplică coeficientul de corecție k_3 din tabelul 2.7.

Intensitățile maxime admise ale curenților în regim permanent pentru conductoare din cupru sau aluminiu și pentru conductoare din cupru; Temperatura maximă: +70°C*, +65°C*

Tabelul 2.10

Denumirea conductoarelor	Material	Mediul	Temperatura mediului ambiant [°C]	Temp. max. conductoare [°C]	Număr conductoare	Secțiunea [mm²] 0,5	0,75	1	1,6
Fy, F750 STAS 6865-80	Cu	tuburi	+25	+70	2	—	—	14	17
		tuburi			3	—	—	12	14
		tuburi			4	—	—	11	13
		tuburi			5,6	—	—	10	11
		aer			—	—	—	20	25
AFy, AF750 STAS 6865-80	Al	tuburi			2	—	—	—	—
		tuburi			3	—	—	—	—
		tuburi			4	—	—	—	—
		tuburi			5,6	—	—	—	—
		Aer			—	—	—	—	—
Conductoare STAS 7350/2-80	Cu	Aer		+65	1	—	—	—	—
					2	12	16	18	23
					3	—	14	16	20

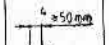
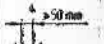
* +70°C pentru izolație din PVC; +65°C pentru izolație din cauciuc.

Curenții maximi admiși în regim permanent pentru barele conducătoare de curent sînt redate în tabelul 2.11 și 2.12 pentru bare de secțiune dreptunghiulară de cupru și de aluminiu și în tabelul 2.13 pentru bare de secțiune

Secțiunea [mm²] 2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
24	31	40	55	73	100	125	150	200	241	272	310	—	—	—	—
20	26	34	49	64	84	108	135	171	218	250	280	—	—	—	—
18	24	31	45	58	76	98	123	156	198	228	255	—	—	—	—
16	21	27	39	51	67	87	104	137	174	196	224	—	—	—	—
34	45	57	78	104	137	168	210	260	310	365	415	475	560	645	750
18	23	30	41	55	74	95	118	155	187	217	238	—	—	—	—
16	20	27	36	47	66	83	103	131	166	191	214	—	—	—	—
15	18	25	33	43	60	76	94	119	151	174	195	—	—	—	—
13	16	21	29	38	53	65	82	104	133	153	171	—	—	—	—
27	35	45	61	62	107	132	105	205	245	285	330	375	440	510	605
40	50	65	90	120	160	190	235	290							
33	43	55	75	95	125	150	185	235							
28	36	45	60	80	105	130	160	200							

Curenții de durată maximi admisibili

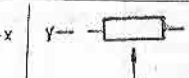
Temperatura maximă a barelor +65°C,

Dimensiunile barelor	Secțiunea [mm²]	Masa [kg/m]	Curent alternativ pînă la 60 Hz pentru bare							
			vopsite				nevopsite			
			numărul și poziția barelor							
			1	2	3	4	1	2	3	4
			I	II	III		I	II	III	
12×2	23,5	0,209	123	202	228	—	108	182	216	—
15×2	29,5	0,262	148	240	261	—	128	212	247	—
15×3	44,5	0,396	187	316	381	—	162	282	361	—
20×2	39,5	0,351	189	302	313	—	162	264	298	—
20×3	59,5	0,529	237	394	454	—	204	348	430	—
20×5	99,1	0,882	319	560	728	—	274	500	691	—
20×10	199	1,77	497	924	1320	—	427	825	1180	—
25×3	74,5	0,663	287	470	525	—	245	412	498	—
25×5	124	1,11	384	662	839	—	327	586	795	—
30×3	89,5	0,796	337	544	593	—	285	476	564	—
30×5	149	1,33	447	760	944	—	379	672	896	—
30×10	299	2,66	676	1200	1670	—	573	1060	1480	—
40×3	119	1,06	435	692	725	—	366	600	690	—
40×5	199	1,77	573	952	1140	—	482	836	1090	—
40×10	399	3,55	850	1470	2000	2580	715	1290	1770	2280
50×5	249	2,22	697	1140	1330	2010	583	994	1260	1920
50×10	499	4,44	1020	1720	2320	2950	852	1510	2040	2600
60×5	299	2,66	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210
60×10	599	5,33	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900
80×5	399	3,55	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720
80×10	799	7,11	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450
100×5	499	4,44	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190
100×10	999	8,89	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980
120×10	1200	10,7	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500
160×10	1600	14,2	2700	4130	5360	6320	2220	3590	4680	5530
200×10	2000	17,8	3200	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540

Tabelul 2.11

pentru bare dreptunghiulare de cupru

temperatura mediului ambiant: +35°C

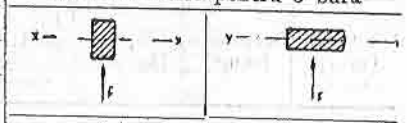
Curent continuu pentru bare								Mărimi statice pentru o bară			
vopsite				nevopsite							
1	2	3	4	1	2	3	4				
I	II	III	IIII	I	II	III	IIII	J_x [cm⁴]	W_x [cm³]	J_x [cm⁴]	W_y [cm³]
123	202	233	—	108	182	220	—	0,0288	0,0480	0,000800	0,00800
148	240	267	—	128	212	252	—	0,0563	0,0750	0,00100	0,0100
187	316	387	—	162	282	365	—	0,0814	0,113	0,00338	0, 0225
189	302	321	—	162	266	303	—	0,133	0,133	0,00133	0, 0133
237	394	463	—	204	348	437	—	0,200	0,200	0, 0 0450	0, 0300
320	562	729	—	274	502	687	—	0,333	0,333	0, 0208	0, 0833
499	932	1300	—	428	832	1210	—	0,667	0,667	0,167	0,333
287	470	536	—	245	414	506	—	0,391	0,313	0, 0 0563	0,0375
384	664	841	—	327	590	794	—	0,651	0,521	0, 0260	0,104
337	546	608	—	286	478	575	—	0,675	0,450	0, 0 0675	0,0450
448	766	950	—	380	676	897	—	1,13	0,750	0, 0313	0,125
683	1230	1630	—	579	1080	1520	—	2,25	1,50	0,250	0,500
436	696	748	—	367	604	708	—	1,60	0,800	0,00900	0,0600
576	966	1160	—	484	848	1100	—	2,67	1,33	0,0417	0,167
865	1530	2000	—	728	1350	1880	—	5,33	2,67	0,333	0,667
703	1170	1370	—	588	1020	1300	—	5,21	2,08	0,0521	0,208
1050	1830	2360	—	875	1610	2220	—	10,4	4,17	0,417	0,833
836	1370	1580	2060	696	1190	1500	1970	9,00	3,00	0, 0625	0,250
1230	2130	2720	3580	1020	1870	2570	3390	18,00	6,00	0,500	1,00
1090	1770	1990	2570	902	1530	1890	2460	21,3	5,33	0,0833	0,333
1590	2730	3420	4490	1310	2380	3240	4280	42,7	10,7	0,667	1,33
1340	2160	2380	3080	1110	1810	2270	2960	41,7	8,33	0,104	0,417
1940	3310	4100	5310	1600	2890	3900	5150	83,3	16,7	0,833	1,67
2300	3900	4780	6260	1890	3390	4560	6010	144	24,0	1,00	2,00
3010	5060	6130	8010	2470	4400	5860	7710	341	42,7	1,33	2,67
3720	6220	7460	9730	3040	5390	7150	9390	667	66,7	1,67	3,33

Curenții de durată maximi admisibili
Temperatura mediului ambiant: +35° C;

Dimensiunea barelor	Secțiunea	Masa	Curent alternativ, până la 60 Hz pentru:							
			bare vopsite				bare nevopsite			
			Numărul și poziția							
			1	2	3	4	1	2	3	4
	[mm²]	[kg/m]	I	II	II	II II	I	II	III	II II
12×2	23,5	0,0633	97	160	178	—	84	142	168	—
15×2	29,5	0,0795	118	190	204	—	100	166	193	—
15×3	44,5	0,120	148	252	300	—	126	222	283	—
20×2	39,5	0,107	150	240	245	—	127	206	232	—
20×3	59,5	0,161	188	312	357	—	159	272	337	—
20×5	99,1	0,268	251	446	570	—	214	392	537	—
20×10	199	0,538	393	730	1060	—	331	643	942	—
25×3	74,5	0,201	228	372	412	—	190	322	390	—
25×5	124	0,335	305	526	656	—	255	460	619	—
30×3	89,5	0,242	267	432	465	—	222	372	441	—
30×5	149	0,403	356	606	739	—	295	526	699	—
30×10	299	0,808	536	956	1340	—	445	832	1200	—
40×3	119	0,323	346	550	569	—	285	470	540	—
40×5	199	0,538	456	762	898	—	376	658	851	—
40×10	399	1,08	677	1180	1650	2190	557	1030	1460	1900
50×5	249	0,673	556	916	1050	1580	455	786	995	1520
50×10	499	1,35	815	1400	1940	2540	667	1210	1710	2210
60×5	299	0,808	655	1070	1190	1820	533	910	1130	1750
60×10	599	1,62	951	1610	2200	2870	774	1390	1940	2480
80×5	399	1,08	815	1360	1460	2250	688	1150	1400	2180
80×10	799	2,16	1220	2000	2660	3460	983	1720	2380	2990
100×5	499	1,35	1050	1650	1730	2660	846	1390	1660	2580
100×10	999	2,70	1480	2390	3110	4020	1190	2050	2790	3470
100×15	1500	4,04	1800	2910	3730	4490	1450	2500	3220	3880
120×10	1200	3,24	1730	2750	3540	4560	1390	2360	3200	3930
120×15	1800	4,86	2090	3320	4240	5040	1680	2850	3650	4350
160×10	1600	4,32	2220	3470	4390	5610	1780	2960	4000	4820
160×15	2400	6,47	2670	4140	5230	6120	2130	3540	4510	5270
200×10	2000	5,40	2710	4180	5230	6660	2160	3560	4790	5710
200×15	3000	8,09	3230	4950	6240	7190	2580	4230	5370	6190

Tabelul 2.12

pentru bare dreptunghiulare de aluminiu
Temperatura admisibilă a barelor: +65 °C

Curent continuu pentru								Mărimi statice pentru o bară			
bare vopsite				bare nevopsite							
barelor											
1	2	3	4	1	2	3	4				
I	II	III	II II	I	II	III	II II	J_x [cm⁴]	W_x [cm³]	J_y [cm⁴]	W_y [cm³]
97	170	183	—	84	142	171	—	0,0288	0,0480	0,000800	0,00800
118	190	210	—	100	166	197	—	0,0563	0,0750	0,00100	0,0100
148	252	305	—	126	222	286	—	0,0844	0,113	0,00338	0,0225
150	210	252	—	127	206	237	—	0,133	0,133	0,00133	0,0133
188	312	364	—	159	272	342	—	0,200	0,200	0,00450	0,0300
254	446	576	—	214	392	539	—	0,333	0,333	0,0208	0,0833
393	733	1020	—	331	646	943	—	0,667	0,667	0,167	0,333
228	372	422	—	191	322	396	—	0,391	0,313	0,00563	0,0375
305	528	663	—	255	460	622	—	0,651	0,521	0,0260	0,104
268	432	477	—	222	372	449	—	0,675	0,450	0,00675	0,0450
356	608	749	—	296	528	703	—	1,13	0,750	0,0313	0,125
538	964	1280	—	447	839	1180	—	2,25	1,500	0,250	0,500
346	552	586	—	285	470	552	—	1,60	0,800	0,00900	0,0600
457	766	915	—	376	662	862	—	2,67	1,33	0,0417	0,167
682	1200	1570	—	561	1040	1460	—	5,33	2,67	0,333	0,667
558	924	1080	—	456	794	1020	—	5,21	2,08	0,0521	0,208
824	1440	1850	—	674	1250	1730	—	10,4	4,17	0,417	0,833
658	1080	1240	1610	536	924	1170	1530	9,00	3,00	0,0625	0,250
966	1680	2130	2810	787	1450	2000	2650	18,0	6,00	0,500	1,00
858	1390	1550	2010	694	1180	1470	1920	21,3	5,33	0,0833	0,333
1250	2150	2670	3520	1010	1840	2520	3340	42,7	10,7	0,667	1,33
1060	1710	1870	2420	858	1450	1780	2320	41,7	8,33	0,104	0,417
1540	2630	3230	4250	1240	2250	3060	4050	83,3	16,7	0,833	1,67
1930	3380	4330	5710	1560	2900	4070	5400	125,0	25,0	2,81	3,75
1830	3090	3770	4940	1460	2650	3580	4730	144	24,0	1,00	2,00
2280	3950	5020	6610	1830	3390	4740	6280	216	36,0	3,38	4,50
2380	4010	4820	6300	1900	3420	4590	6060	341	42,7	1,33	2,67
2960	5090	6370	8380	2370	4360	6040	8000	512	64,0	4,50	6,00
2960	4940	5880	7680	2350	4210	5620	7400	667	66,7	1,67	3,33
3660	6250	7740	10160	2920	5350	7370	9750	1000	100	5,63	7,50

Tabelul 2.13

Curenții maximi admisibili de durată [A] pentru bare de secțiune circulară Temperatura mediului ambiant: +35°C și temperatura barelor: +65°C

Diametrul [mm]	Secțiunea [mm²]	Masa [kg/m]	C.c. și C.a. pînă la 60 Hz pentru bare		Mărimi statice	
			vopsite	nevopsite	J [cm⁴]	W [cm³]
Aluminiu						
5	19,6	0,053	75	67	0,00306	0,0123
8	50,3	0,136	142	124	0,02010	0,0503
10	78,5	0,212	193	167	0,0491	0,0982
16	201,0	0,543	370	314	0,322	0,402
20	314,0	0,848	504	424	0,785	0,785
32	804,0	2,170	954	798	5,15	3,22
50	1960,0	5,30	1680	1360	30,7	12,3
Cupru						
5	19,6	0,175	95	85	0,00306	0,0123
8	50,3	0,447	179	159	0,0201	0,0503
10	78,5	0,699	243	213	0,0491	0,0982
16	201	1,79	469	401	0,322	0,402
20	314	2,8	626	539	0,785	0,785
32	804	7,16	1160	976	5,15	3,22
50	1960	17,5	1930	1610	30,7	12,3

Tabelul 2.14

Coeficientul de corecție k_9 la așezarea barelor cu lățimea pe orizontală sau traseu vertical mai lung de 2 m

Numărul și poziția barelor	Lățimea unei bare [mm]	Coeficientul k_9 pentru bare	
		vopsite	nevopsite
2 =	50—200	0,85	0,80
3 ≡	50—80	0,85	0,80
	100—120	0,80	0,75
4 ≡	160	0,75	0,70
	200	0,70	0,65

Tabelul 2.15

Coeficientul de corecție k_{11} în funcție de altitudine

Altitudinea [m]	Factorul k_{11} pentru instalații montate în:	
	interior	exterior
1000	1	0,98
2000	0,99	0,94
3000	0,96	0,89
4000	0,9	0,83

Tabelul 2.16

Coeficientul de corecție k_{12} în funcție de viteza aerului de răcire

Viteza aerului [m/s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coeficientul k_{12}	1,43	1,62	1,77	1,91	2,02	2,13	2,24	2,33	2,42	2,5

circulară din cupru și din aluminiu, pentru altitudinea pînă la 1000 m. Se aplică următorii coeficienți de corecție:

k_7 — coeficientul de corecție pentru schimbarea conductivității electrice a barelor de aluminiu față de valoarea de referință 35,1 m/Ω mm² — vezi figura 2.2;

k_8 — coeficientul de corecție pentru schimbarea conductivității electrice a barelor de cupru față de

Fig. 2.2. Coeficienții de corecție k_7 pentru schimbarea conductivității, electrice a barelor de aluminiu față de valoarea de referință 35,1 m/Ωmm² la 20°C.

Fig. 2.3. Coeficientul de corecție k_ϑ pentru schimbarea conductivității electrice a barelor de cupru față de valoarea de referință 56m/Ωmm², la 20°C.

valoarea de referință de 56 m/Ω mm² — vezi figura 2.3;

k_9 — coeficientul de corecție la așezarea barelor cu lățimea pe orizontală sau trasee verticale mai lungi de 2 m — vezi tabelul 2.14;

k_{10} — coeficientul de corecție pentru barele de aluminiu și de cupru dreptunghiulare în c.a. cu frecvența pînă la 60 Hz. Din figura 2.4, *a*, în funcție de configurația sistemului de bare se determină valoarea bh/a^2. Pe baza acestei valori se determină coeficientul de corecție k_{10} pentru barele de aluminiu din figura 2.4 *b*, *c* și *d* și pentru barele de cupru din figura 4, *e* și *f*. Coeficientul k_{10} se aplică numai atunci cînd pe o lungime de 2 m nu se găsește nici o derivație;

k_{11} — coeficientul de corecție pentru reducerea sarcinii electrice la altitudini peste 1000 m — vezi tabelul 2.15;

k_{12} — coeficientul de corecție pentru barele răcite prin curent de aer — vezi tabelul 2.16;

Pentru alte temperaturi de pozare se aplică coeficientul de corecție k_3 — vezi tabelul 2.7.

2.2. Secțiuni minime ale conductoarelor

Secțiunile minime ale conductoarelor sînt prezentate în tabelul 2.17 pentru conductoare montate în interiorul clădirilor și în tabelul 2.18 pentru LEA.

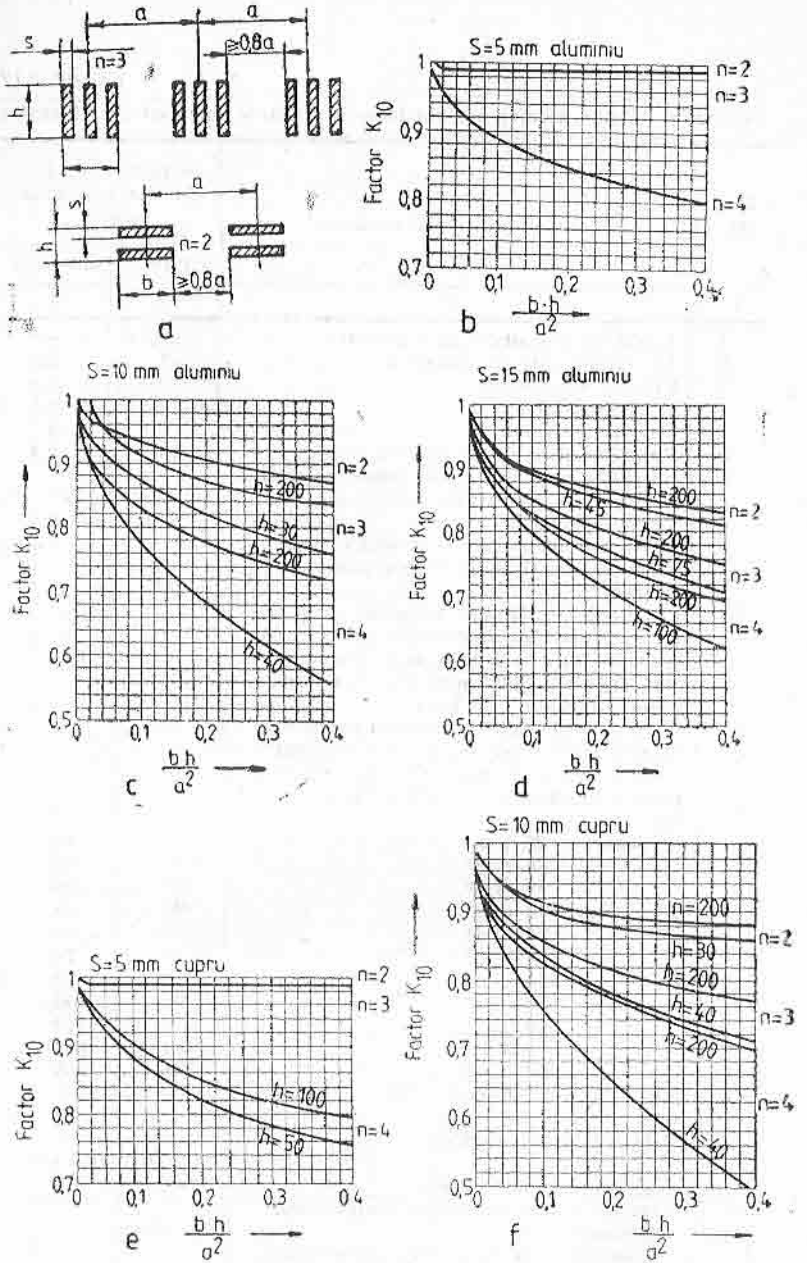


Fig. 2.4. Coeficienții de corecție k_{10} pentru bare de aluminiu și de cupru.

Tabelul 2.17

Secţiunile minime admise ale conductelor utilizate în interiorul clădirilor

Nr. crt.	Destinaţia conductelor	Secţiunile minime ale conductoarelor [mm²]	
		cupru	aluminiu
1	2	3	4
1	Interiorul corpurilor de iluminat	0,75	—
2	Un singur corp de iluminat	1	2,5
3	Circuite de lumină	1,5	2,5
4	O singură priză	1,5	2,5
5	Circuite de priză	2,5	4
6	Circuitele prizelor în apartamente	1,5	2,5
7	Circuitele primare ce alimentează firmele cu lămpi cu descărcări	2,5	4
8	Circuite de forţă	1,5	2,5
9	Circuitele monofazate — conductorul de nul va avea aceeaşi secţiune ca şi conductorul de fază		
10	Circuitele de lumină trifazate cu patru conductoare, pînă la o secţiune de 16 mm² a conductoarelor de fază, secţiunea conductorului de nul de lucru va fi egală cu aceea a conductoarelor de bază		
11	Circuite de lumină trifazate cu patru conductoare, începînd cu secţiunea conductorului de fază de 25 mm², secţiunile minime pentru conductorul de nul de lucru vor fi:		
	— pentru: 25 mm²	16	16
	35 mm²	16	16
	50 mm²	25	25
	70 mm²	35	35
	90 mm²	50	50
	120 mm²	70	70
	150 mm²	70	70
	185 mm²	95	95
	240 mm²	120	120
	300 mm²	150	150
	400 mm²	185	185
12	Coloane din clădirile de locuit, conductorul de protecţie:		
	— la coloanele colective	6 sau OL 100 mm²	—
	— la coloane individuale	4	—
13	Circuitele din apartamente, conductorul de protecţie	2,5	—
14	Coloane între tabloul principal şi secundar se va determina prin calcul, dar minimum	2,5	4

Tabelul 2.17 (continuare)

1	2	3	4
15	Conducte de legătură dintre contor şi tabloul de distribuţie al instalaţiei interioare din locuinţe, se vor determina prin calcul, dar minimum		
	— pentru reţele cu tensiunea de 120V:	10	10
	— pentru reţele cu tensiunea de 220V:	6	6
16	Instalaţiile mononul:		
	— conductorul de fază pentru iluminat şi prize	1,5	2,5
	— conductorul de nul comun	2,5	2,5
	— conductorul de legătură între contor şi tabloul de distribuţie al instalaţiei	2,5	4
17	Conducte de legătură din interiorul tablourilor de distribuţie şi automatizare		
	— legături lipite	1	—
	— legături cu cleme sau la borne	1,5	2,5
18	Circuitele secundare ale transformatoarelor de curent pentru măsură	2,5	—
19	Cordoanele de alimentare ale utilajelor mobile sau portative, secţiunea conductorului va fi pentru un consum de curent al aparatului:		
	— pînă la 2 A	0,50	—
	— pînă la 6 A	0,75	—
	— peste 6A pînă la 10A	1,0	—
	— peste 10A pînă la 16A	1,5	—
	— peste 16A pînă la 25A	2,5	—
	— peste 25A pînă la 32A	4	—
	— peste 32A pînă la 40A	6	—
	— peste 40A pînă la 63A	10	—
20	Cordoanele de alimentare ale corpurilor de iluminat portative, secţiunea conductorului va fi pentru un consum de curent al aparatului:		
	— pînă la 4A	0,5	—
	— peste 4A pînă la 10A	0,75	—

Tabelul 2.18

Secţiunile minime pentru liniile electrice aeriene [5]

Materialul conductoarelor	Secţiunea minimă [mm²]			
	Localităţi aglomerate şi intersecţii cu construcţii industriale		Localităţi neaglomerate	
	LEA clasa I-a	LEA clasa II-a	LEA clasa I-a	LEA clasa II-a
OL	25	25	25	10
OL—Al	25	16	25	16
Al	35	35	35	25

2.3. Verificarea rețelelor în regim de scurtcircuit

În urma contactului dintre conductoarele fazelor rețelei electrice sau între conductoare și pământ apar curenți de scurtcircuit. Diagrama curenților în regim normal de funcționare și regim tranzitoriu de scurtcircuit și regim de scurtcircuit staționar este redat în figura 2.5.

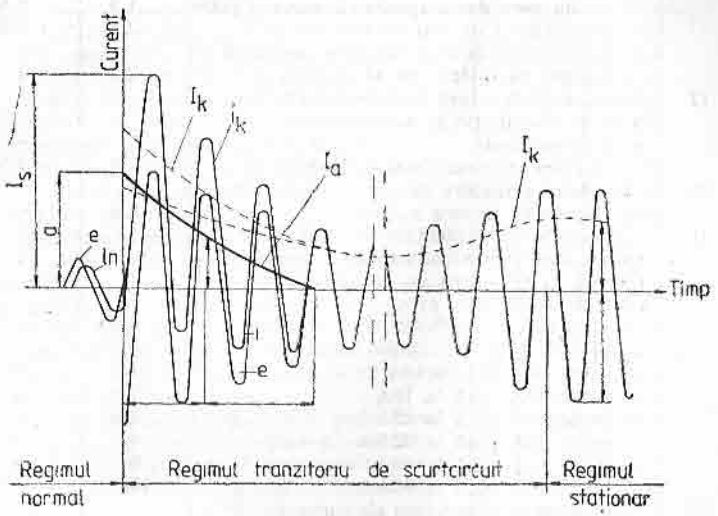


Fig. 2.5. Curbele de variație ale curenților de scurtcircuit ai generatoarelor cu RAT, în cazul scurtcircuitului într-un punct îndepărtat.

2.3.1. Impedanțele diferitelor elemente ale sistemului

- **Generatoare electrice**

$$X''_d = \frac{x''_{d[\%]} U^2}{100\ S_G},$$

unde: X''_d este reactanța supratranzitorie a generatorului, [Ω];
$x''_{d[\%]}$ — reactanța supratranzitorie a generatorului, [%];
U — tensiunea nominală a generatorului, [kV]
S_G — puterea nominală a generatorului [MVA].

În calcule valoarea reactanței supratranzitorii $x''_{d[\%]}$ se alege din cataloagele întreprinderilor furnizoare.

Pentru generatoare cu puteri diferite, dar cu aceeași reactanță supratranzitorie, pentru calcule de scurtcircuit impedante se reprezintă printr-un generator echivalent având puterea egală cu suma puterilor fiecărui generator.

- **Motoare sincrone**

La determinarea curenților de scurtcircuit se procedează identic ca și în cazul generatoarelor.

- **Motoare asincrone**

Reactanța de scăpări a acestor motoare se poate lua de circa 20% Se determină contribuția acestora la curentul de șoc de scurtcircuit și la curentul de rupere. La scurtcircuite bifazate motoarele asincrone dau și un curent permanent de scurtcircuit.

- **Transformatoare cu două înfășurări**

$$X = \frac{u_{sc[\%]} U^2}{100\ S}$$

unde: X este reactanța transformatorului, [Ω/fază];
$u_{sc[\%]}$ — tensiunea de scurtcircuit a transformatorului [%];
U — tensiunea nominală a transformatorului [kV];
S — puterea nominală a transformatorului [MVA].

- **Bobine de reactanță**

$$X = \frac{x_{[\%]} U}{100 \sqrt{3}\ I_R}$$

unde: X este reactanța inductivă a reactorului [Ω/fază]
$x_{[\%]}$ — căderea de tensiune pe reactanța reactorului în [%];
U — tensiunea nominală a bobinei de reactanță [kV];
I_R — curentul nominal al reactorului [kA].

Căderea de tensiune pe reactanța transformatorului [%] și curentul nominal al reactorului se iau din cataloagele întreprinderilor furnizoare.

● **Linii electrice aeriene (LEA) și linii electrice în cablu (LEC)**

Impedanța LEA și LEC se determină cu relația:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2},$$

unde: Z este impedanța totală [Ω];
$R = rL$ — rezistența [Ω];
$X = xL$ — rezistența inductivă [Ω];
r, x — rezistența ohmică și rezistența inductivă [Ω/km];
L — lungimea rețelei electrice [km];

Rezistența ohmică r și inductanța reactivă x sînt date în tabelele 4.6—4.10.

2.3.2. Scheme de calcul ale curenților de scurtcircuit

● **Scheme de secvență directă**

În această schemă impedanțele diverselor elemente ale rețelei electrice cum sînt: generatoare, motoare, transformatoare, bobine de reactanță, LEA și LEC se calculează cu relațiile date la § 2.3.1.

● **Scheme de secvență inversă**

Se aplică aceleași relații de la § 2.3.1, cu precizarea că pentru generatoare, reactanța de secvență inversă se determină cu relația:

$$X'_d = \frac{x_{2[\%]}\, U^2}{100\, S},$$

unde: X'_d este reactanța de secvență inversă [Ω];
$x_{2[\%]}$ — reactanța inversă a generatorului [%].

Valoarea pentru reactanța inversă a generatoarelor se ia din cataloagele întreprinderilor furnizoare.

● **Scheme de secvență homopolară**

Schemele de secvență homopolară diferă de schemele de secvență directă și de secvență inversă, deoarece:

a) Curenții de scurtcircuit de secvență homopolară parcurg căi diferite de cele din schemele de secvență directă și de secvență inversă. Acești curenți sînt monofazați și

se ramifică pe cele trei faze. Circuitul electric se închide prin pămînt, prin mantaua cablului etc.;

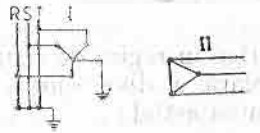
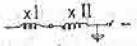
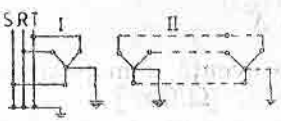
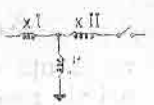
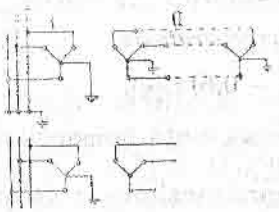
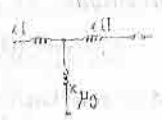
b) Curenții de scurtcircuit de secvență homopolară apar numai în situația cînd există cel puțin un punct neutru legat de pămînt;

c) Pentru transformatoare reactanța homopolară apare numai în situația cînd înfășurările transformatoarelor sînt legate în stea și neutrul legat la pămînt. În cazul transformatoarelor cu înfășurările legate în triunghi sau în stea cu neutrul izolat față de pămînt nu apar curenți de scurtcircuit de secvență homopolară.

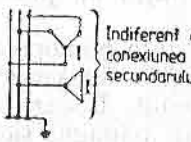
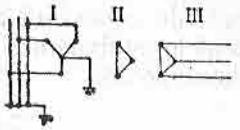
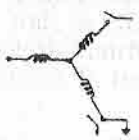
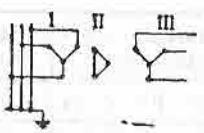
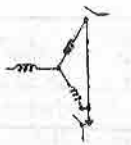
În tabelul 2.19 se dau schemele de conexiuni ale înfășurărilor transformatoarelor, schemele echivalente precum și modul de calcul al reactanței homopolare.

Tabelul 2.19

Impedanța homopolară pentru transformatoare

Nr. crt.	Schema de conexiune	Schema echivalentă	Reactantă homopolară
1	2	3	4
1			$x_0 = x_1$
2			$x_0 = x_1$
3			$x_0 = x_1 + x_{\mu_0}$ $x_{0\mu_0} = 0{,}3-1$

Tabelul 2.19 (continuare)

1	2	3	4
4		—	$x_0 = \infty$
5			$x_0 = x_1 + x_2$
6			$x_0 = x_i + \frac{x_{II} - x_{III}}{x_{II} + x_{III}}$

La verificarea reţelelor electrice în regim de scurtcircuit reactanţa de secvenţă homopolară a diverselor elemente ale LEA sau LEC se pot determina astfel:

a) Bobine de reactanţă

$$X_0 = X$$

unde: X_0 este reactanţa de secvenţă homopolară a bobinei de reactanţă, [Ω/fază];

X — reactanţa de secvenţă directă a bobinei de reactanţă [Ω/fază], (§ 2.3.1).

b) Turbogeneratoare şi hidrogeneratoare

$$x_{0[\%]} = (0{,}15 - 0{,}6)x''_{d[\%]},$$

unde: $x_{0[\%]}$ este reactanţa de secvenţă homopolară a generatorului [%];

$x''_{d[\%]}$ — reactanţa supratranzitorie a generatorului [%].

Valorile mai mici se aplică pentru turbogeneratoare, iar valorile mai mari pentru hidrogeneratoare.

c) Linii electrice aeriene şi linii electrice în cablu

Reactanţele de secvenţă homopolară se determină cu relaţiile:

— LEA cu un singur circuit fără fir de gardă: $x_0 = 3{,}5x$
— LEA cu un singur circuit cu fir de gardă: $x_0 = 2x$
— LEA cu două circuite fără fir de gardă: $x_0 = 5{,}5x$
— LEA cu două circuite cu fir de gardă: $x_0 = 3x$
— LEC $x_0 = (3{,}5-4{,}6)x$

unde: x_0 este reactanţa de secvenţă homopolară [%];

x — reactanţa reţelei electrice de secvenţă directă [%].

2.3.3. Calculul impedanţei totale de scurtcircuit pentru reţelele electrice

Pentru calculul impedanţei totale a unei reţele electrice pentru diverse cazuri se prezintă schema reală a reţelei electrice (fig. 2.6, *a*) şi schema echivalentă din punct de vedere a impedanţelor elementelor reţelei electrice (fig. 2.6,*b*)

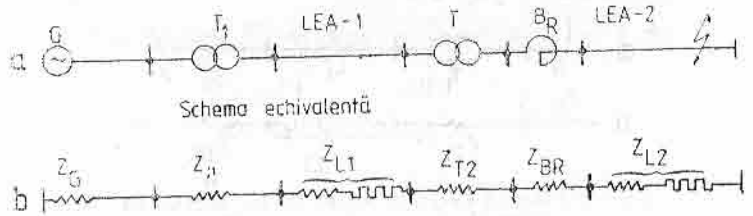


Fig. 2.6. Reţele electrice alimentate dintr-o sursă.

● *Reţele electrice alimentate dintr-o sursă — fig. 2.6*

Reţeaua electrică dată în figura 2.6, *a* are în componenţă generatorul de energie G, transformatorul ridicător T_1, LEA—1 de înaltă tensiune, transformatorul coborîtor T_2, bobina de reactanţă B_R şi LEA—2 de medie tensiune.

Reactanța totală:

$$Z = Z_G + Z_{T1} + Z_{L1} + Z_{T2} + Z_{BR} + Z_{L2}.$$

Semnificația termenilor din relația de sus rezultă din figurile 2.6, *a* și *b*.

● *Rețele electrice alimentate din două surse — fig. 2.7*

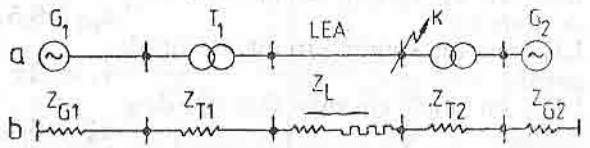


Fig. 2.7. Rețele electrice alimentate din două surse.

Se determină aportul la scurtcircuit în punctul K a surselor G_1 și G_2.

Reactanța totală:

$$Z_1 = Z_{G1} + Z_{T1} + Z_{L1}; \quad Z_2 = Z_{G2} + Z_{T2}.$$

Pe baza impedanțelor Z_1 și Z_2 determină curenții de scurtcircuit $I''_{k(I)}$ și $I''_{k(II)}$ și curentul total se scurtcircuit:

$$I''_{k(tot)} = I''_{k(I)} + I''_{k(II)}$$

(notațiile de sus apar pe figura 2.7, iar pentru $I''_{k(I)}$, $I''_{k(II)}$ și $I''_{k(tot)}$ a se vedea § 2.3.4).

● *Rețele electrice legate la un sistem cu putere de scurtcircuit cunoscută — fig. 2.8*

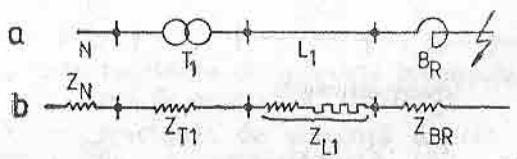


Fig. 2.8. Rețea electrică legată la un sistem cu putere de scurtcircuit cunoscută.

Rețeaua electrică din figura 2.8, formată din transformatorul T_1, linia electrică L_1 și bobina de reactanță B_R este racordată la un sistem având puterea de scurtcircuit S_N cunoscută.

Reactanța Z totală:

$$Z = Z_N + Z_{T1} + Z_{L1} + Z_{BR}.$$

Termenii din relația de sus apar pe figura 2.8.

Impedanța sistemului de putere cunoscută se determină cu relația:

$$Z_n = \frac{1{,}1\,U^2}{S_N},$$

unde: Z_N este impedanța sistemului [Ω/fază];
U — tensiunea nominală [kV];
S_N — puterea de scurtcircuit dată a sistemului [MVA].

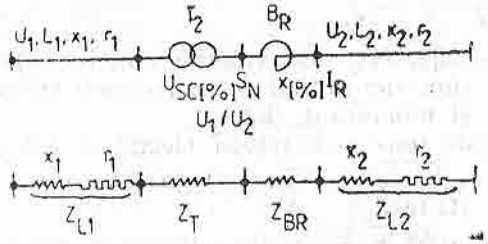


Fig. 2.9. Rețele electrice cu mai multe tensiuni.

● *Rețele electrice cu mai multe tensiuni — fig. 2.9*

În figura 2.9 este prezentată o rețea electrică cu două tensiuni U_1 și U_2.

Se alege tensiunea de referință $U_r = U_2$; se determină:

$$X = X_{L1} + X_T + X_{BR} + X_{L2} = x_1 L_1 \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 + \frac{u_{sc[\%]}\,U_2^2}{100\,S_N} + \frac{x_{[\%]}\,U_2^2}{100\sqrt{3}\,I_R} + x_2 L_2;$$

$$R = R_{L1} + R_{L2} = r_1 L_1 \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 + r_2 L_2;$$

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2};$$

unde: $U_r = U_2$ este tensiunea de referință [kV];

Restul tensiunilor apar în figura 2.9.

A se vedea **aplicația 5.7.**

2.3.4. Calculul valorii efective a curentului simetric inițial de scurtcircuit

Frecvența de apariție a scurtcircuitelor [%] și timpul acestora sînt:

- 5% — scurtcircuit trifazat — fig. 2.10: $I''_{k(3)} = \frac{cU}{\sqrt{3}Z}$;
- 30% — scurtcircuit bifazat — fig. 2.11: $I''_{k(2)} = \frac{cU}{2Z}$;
- 65% — scurtcircuit monofazat — fig. 2.12: $I''_{k(1)} = \frac{c\sqrt{3}\,U}{2Z + Z_0 + 3Z_p}$,

unde: $I''_{k(3)}$, $I''_{k(2)}$, $I''_{k(1)}$ sînt valorile efective ale curenților simetrici inițiali de scurtcircuit trifazat, bifazat și monofazat [kA];

U este tensiunea rețelei electrice [kV];

$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ — impedanța de secvență directă [Ω/fază];

$Z_0 = \sqrt{R_0^2 + X_0^2}$ — impedanța de secvență homopolară a căii de scurtcircuit [Ω/fază];

$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$ — impedanța pămîntului [Ω/fază];

c — coeficientul care ține seama de diferența dintre tensiunea aplicată la locul de defect și tensiunea nominală are valorile:

$c = 1{,}1$ pentru $U = 6$—220 kV și $c = 1$ pentru $U = 400$ kV.

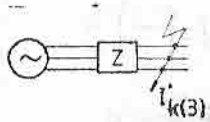


Fig. 2.10. Scurtcircuit trifazat.

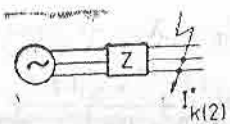


Fig. 2.11. Scurtcircuit bifazat.

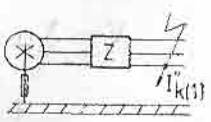


Fig. 2.12. Scurtcircuit monofazat.

2.3.5. Curentul de șoc de scurtcircuit

Curentul de șoc de scurtcircuit inițial reprezintă cea mai mare valoare instantanee a curentului de scurtcircuit și se determină cu relația:

$$I_ș = \varkappa\sqrt{2}\,I''_k,$$

unde: $I_ș$ este curentul de șoc de scurtcircuit inițial [kA];

$\varkappa$ — coeficientul care depinde de raportul R/X și se determină din graficul figurii 2.13.

I''_k — curentul de scurtcircuit [kA] (vezi § 2.3.4).

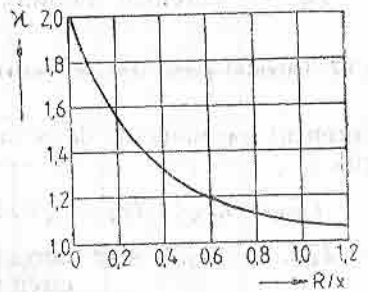


Fig. 2.13. Factorul $\varkappa$.

2.3.6. Curentul de rupere

$$I_a = \mu I''_k,$$

unde: I_a este curentul de rupere [kA] și reprezintă valoarea efectivă a componentei de curent alternativ a curentului de scurtcircuit în momentul separării contactelor întreruptorului automat;

μ — factorul care determină descreșterea curentului inițial simetric de scurtcircuit pînă la

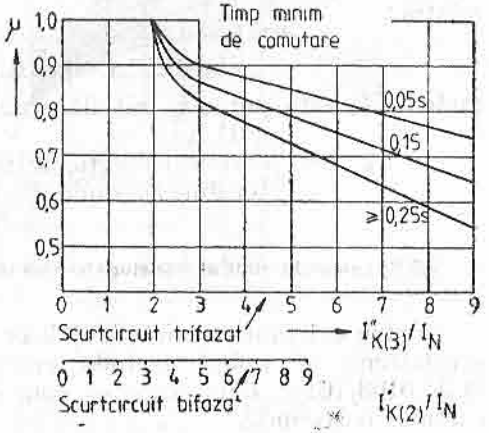


Fig. 2.14. Factorii μ.

începutul separării contactelor întreruptorului automat. Acest factor depinde de raportul I''_k/I_N al generatorului și se determină din graficul figurii 2.14.

I_N — curentul nominal al generatorului [kA].

2.3.7. Curentul permanent de scurtcircuit

Curentul permanent de scurtcircuit se calculează cu relațiile:

$$I_{k(3)} = \lambda I_N; \quad I_{k(2)} = \sqrt{3}\lambda I_N; \quad I_{k(1)} = 3\lambda I_N;$$

unde: $I_{k(3)}$, $I_{k(2)}$, $I_{k(1)}$ sînt curenții permanenți de scurtcircuit trifazat, bifazat sau monofazat [kA];

λ este coeficientul care depinde de raportul I''_k/I_N și este redat în figura 2.15 pentru turbogeneratoare și în figura 2.16 pentru generatoare cu poli aparenți;

I_N — curentul nominal al generatorului [kA].

2.3.8. Puterea inițială simetrică de scurtcircuit

Puterea inițială simetrică de scurtcircuit se determină cu relația:

$$S''_k = \sqrt{3} I''_k U,$$

unde: S''_k este puterea inițială simetrică de scurtcircuit [MVA];

I''_k — curentul sintetic inițial de scurtcircuit [kA]

U — tensiunea nominală [kV].

2.3.9. Calculul termic al rețelelor electrice în regim de scurtcircuit

Pentru calculul termic al rețelelor electrice în regim de scurtcircuit se aplică metoda curentului echivalent (V D F 0103/161), după care se consideră durata scurtcircuitului o secundă.

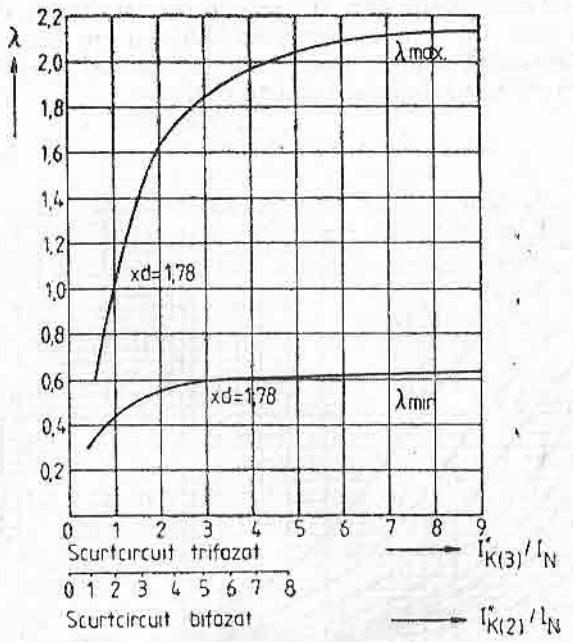


Fig. 2.15. Factorii λ pentru turbogeneratoare.

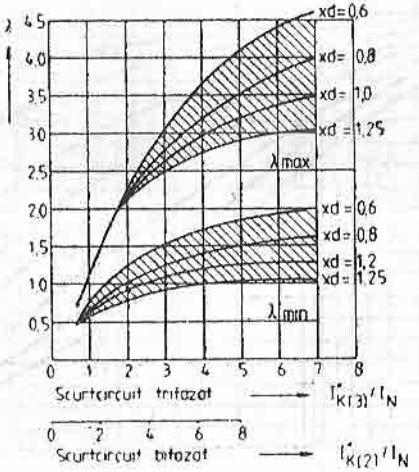


Fig. 2.16. Factorii λ pentru genertoare cu poli aparenți.

Se înlocuieşte pentru calcule de scurtcircuit curentul variabil real de scurtcircuit (fig. 2.5) cu un curent echivalent constant I_{kmed}, care produce acelaşi efect termic ca şi curentul variabil de scurtcircuit:

$$I_{k(med)} = I''_k\sqrt{m + n},$$

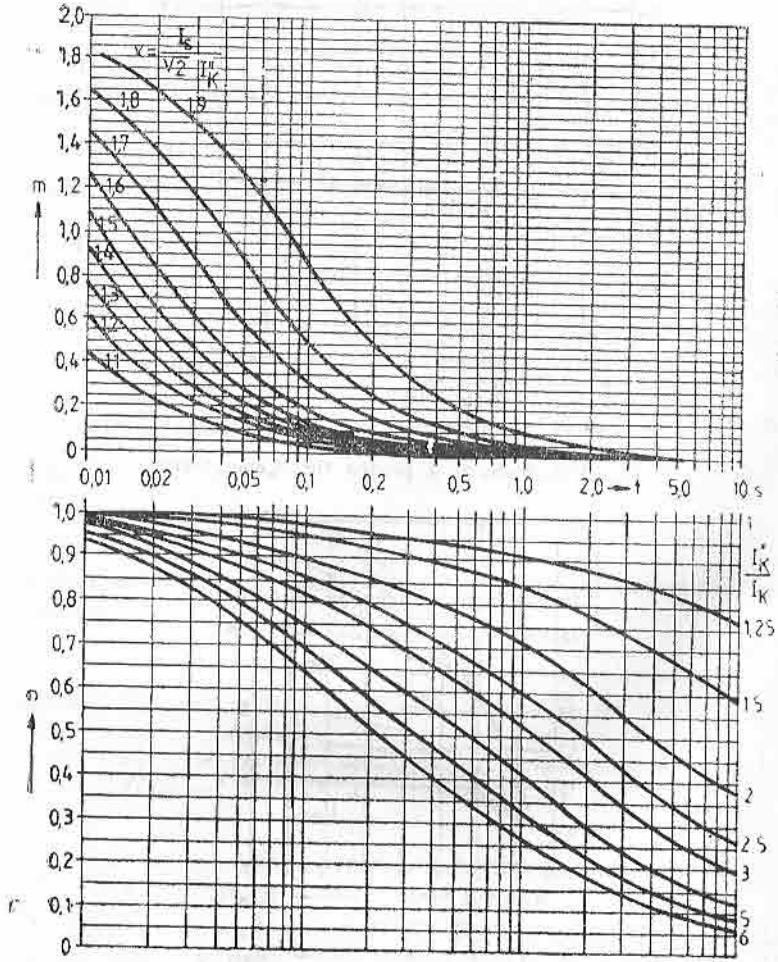


Fig. 2.17. Determinarea curentului mediu I_{kmed} în cursul regimului tranzitoriu al curentului de scurtcircuit.

unde: I_{kmed} este curentul mediu echivalent de scurtcircuit [kA];

I''_k — valoarea curentului simetric iniţial de scurtcircuit [kA] (se determină conform § 2.3.4);

m — coeficientul care ţine seama de aportul componentei aperiodice — fig. 2.17;

n — coeficientul care ţine seama de aportul componentei periodice — fig. 2.17.

Pentru determinarea coeficienţilor m şi n din figura 2.17 se procedează în felul următor:

a) Se calculează raportul $\varkappa = \frac{I_s}{\sqrt{3}\,I''_k}$. De pe abscisa din dreptul punctului care indică timpul de rupere [s], se duce o verticală pînă se intersectează curba $\varkappa$. Ordonata acestui punct determină coeficientul m.

b) Se calculează raportul I''_k/I_k Pe abscisa din dreptul punctului care indică timpul de rupere [s], se duce o verticală pînă intersectează curba raportului I''_k/I_k. Ordonata acestui punct determină valoarea lui n.

Pe baza temperaturii iniţiale a conductoarelor în regim permanent de funcţionare a reţelei electrice şi a temperaturii finale admisă pentru conductoare în regim de scurtcircuit, din diagrama figurii 2.18 [4] rezultă densitatea de curent

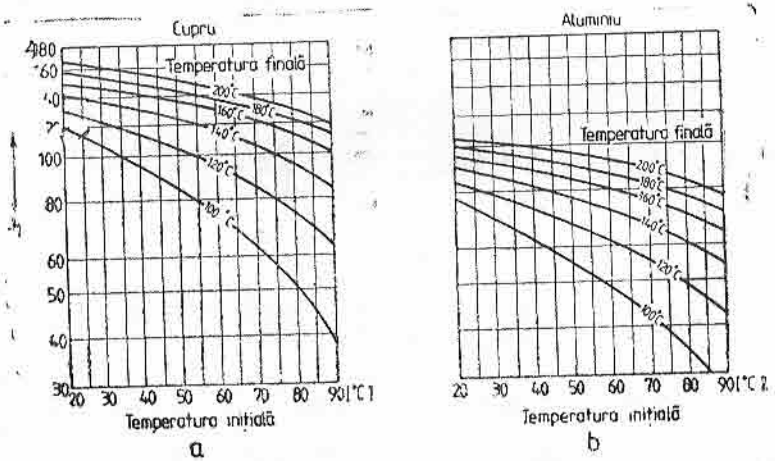


Fig. 18. Nomogramă pentru calculul densităţii admisibile de curent j'' în regim de scurtcircuit.

j [A/mm²] pentru conductoare de cupru (fig. 2.18, *a*) sau pentru conductoare de aluminiu (fig. 2.18, *b*). A se vedea **aplicația 5.7.**

Temperaturile inițiale în regim de scurtcircuit (care este temperatura finală în regim normal de funcționare) a rețelelor electrice și temperaturile finale admise după scurtcircuit sînt redate în tabelul 2.1.

3. Determinarea secțiunilor rețelei electrice pe baza consumului minim de metal

Secțiunile rețelei electrice se determină în primul rînd pe baza intensităților maxime admise. Secțiunile stabilite pe baza acestui criteriu se verifică la căderi de tensiune a căror valoare este obligatoriu să se încadreze în cele prescrise în tabelele 4.1 și 4.2. În cazul cînd căderile de tensiune depășesc pe cele admisibile, se măresc secțiunile rețelei electrice pînă la încadrarea în valorile admise. Mărirea la întîmplare a secțiunilor conduce la consumuri nerationale de metal conductor.

Pentru un consum rațional de metal conductor se aplică metode de dimensionare a rețelelor electrice pe baza consumului minim de metal.

În figura 3.1 se dă o rețea radială avînd consumatori cu sarcini active și reactive:

$$p_1 - jq_1;\ p_2 - jq_2 \text{ și } p_3 - jq_3.$$

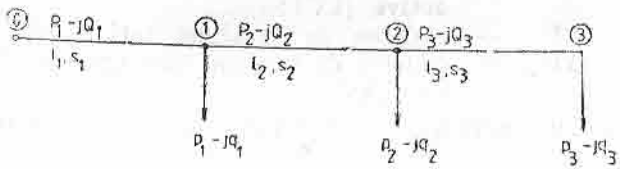


Fig. 3.1. Determinarea secțiunii rețelei electrice pe baza consumului minim de metal.

Pe baza acestor sarcini se determină mărimile:

$$P_1 - jQ_1;\ P_2 - jQ_2;\ P_3 - jQ_3,$$

care circulă pe traseele *0—1*, *1—2* și *2—3*.

Din tabelele 4.1 și 4.2 se aleg căderile de tensiune totale admise $\Delta U_{[\%]}$ și se calculează căderea de tensiune:

$$\Delta U = \frac{\Delta U_{[\%]} U}{100} \text{ [kV]},$$

unde: ΔU este căderea de tensiune totală aferentă puterii active și reactive [kV];
$\Delta U_{[\%]}$ — căderea de tensiune totală aferentă puterii active și reactive [%].

Se determină căderea de tensiune aferentă puterii reactive:

$$\Delta U_{ar} = \frac{\sum_{1}^{n} Q_i l_i}{U} x_0,$$

unde: ΔU_{ar} este căderea de tensiune aferentă puterii reactive [kV];
Q_i — sarcinile reactive pe traseele *0—1*; *1—2*; *2—3* [Mvar];
l_i — lungimile rețelei electrice pe porțiunile *0—1*; *1—2* și *2—3* [km];
U — tensiunea nominală [kV];
x_0 — reactanța rețelei [Ω/km].

Se determină căderea de tensiune admisibilă aferentă puterilor active:

$$\Delta U_a = \Delta U - \Delta U_{ar},$$

unde: ΔU_a este căderea de tensiune aferentă puterilor active [kV];
ΔU — căderea de tensiune totală [kV];
ΔU_{ar} — căderea de tensiune aferentă puterii reactive [kV].

Pentru reactanța x_0, prelimiar se pot lua următoarele valori:

— LEA: $x_0 = 0{,}38$ Ω/km;
— LEC: $U \leqslant 10$ kV; $x_0 = 0{,}07$ Ω/km;
— LEC: $U = 35$ kV; $x_0 = 0{,}12$ Ω/km.

Se determină coeficientul k, în funcție de căderea de tensiune aferentă puterii active:

$$k = \frac{\gamma}{\Delta U_a U} \sum_{1}^{n} \sqrt{P_i} l_i,$$

unde: γ este conductivitatea conductoarelor [m/Ωmm²];
ΔU_a — căderea de tensiune aferentă puterilor active [kV];
U — tensiunea nominală [kV];
P_i — puterile care circulă pe porțiunile de rețea *0—1*; *1—2* și *2—3* [MW];
l_i — lungimea porțiunilor de rețea *0—1*; *1—2* și *2—3*.

Cunoscînd coeficientul k, secțiunile s_1 pe porțiunea de rețea *0—1*; s_2 pe porțiunile de rețea *1—2* și s_3 pe porțiunile de rețea *2—3* se determină pe baza relației:

$$\frac{s_1}{\sqrt{P_{0-1}}} = \frac{s_2}{\sqrt{P_{1-2}}} = \frac{s_3}{\sqrt{P_{2-3}}} = k,$$

din care rezultă:

$$s_1 = k\sqrt{P_{0-1}};\ s_2 = k\sqrt{P_{1-2}};\ s_3 = k\sqrt{P_{2-3}}.$$

Secțiunile din calcul se rotunjesc la secțiuni normalizate

4. Calculul căderilor de tensiune

Transportul energiei electrice de la sursele de energie electrică la consumatori se realizează prin rețele electrice. Tensiunile nominale utilizate în transportul energiei electrice și căderile de tensiune admise, față de tensiunea nominală, sînt redate în tabele 4.1—4.2

Tabelul 4.1

Tensiunile normale între 100 și 1000 V, inclusiv și abaterile admisibile [%]

Tensiunea nominală a rețelei, U [V]	Tipul rețelei	Consumatorul alimentat	Abaterile procentuale admisibile [%]
208/120	aeriană	—	±7
	subterană	—	±5
380/220	aeriană	— aglomerări cu mai puțin de 1000 locuitori	±10
		— aglomerări cu mai mult de 1000 locuitori	±7
	subterană	orice tip de consumator	±5
500	aeriană	—	±10
660	aeriană și subterană	orice tip de consumator	±5
1000	aeriană și subtreană	consumatori industriali	±10
		distribuția publică	nu se normează

Valoarea tensiunii nominale se alege în funcție de mărimea momentului redus al sarcinilor electrice, $M = PL$, adică de produsul dintre puterea transportată cu lungimea

Tabelul 4.2

Tensiunile nominale [kV], tensiunile maxime pentru echipamente și abateri admisibile [%] pentru tensiuni peste 1 kV

Tensiunea nominală a rețelei U [kV]	Tensiunea maximă pt. echipament U_{Me} [kV]	Abateri procentuale admisibile [%]	
		Rețele la care se cuplează nemijlocit receptoare de energie electrică	Restul rețelelor
3	3,6	±5	nu se normează
5	7,2		
6	7,2		
10	12		
15	17,5		
20	24		
25	30		
30	36		
35	42		

rețelei electrice. În situația cînd există posibilitatea alegerii tensiunii între două valori se va prefera tensiunea superioară.

Tensiunile utilizate în transportul energiei electrice și căderile de tensiune admise sînt redate în tabelele 4.1 și 4.2. Pentru rețele electrice miniere se recomandă tensiunile din tabelul 4.3. În tabelele 4.4 și 4.5, informativ, se dau domeniile de folosire a tensiunilor pînă, la 0,66 kV și unele recomandări cu privire la alegerea tensiunilor electrice [36].

Se impune ca în funcționarea rețelelor electrice, abaterile de la tensiunea nominală să se încadreze în cele din tabelele 4.1 și 4.2. Scăderea tensiunii sub limitele prescrise conduc la micșorarea fluxului luminos al lămpilor electrice, scăderea turației motoarelor electrice, a randamentului și a cuplului motor. Creșterea tensiunii peste vloarea prescrisă conduce la reducerea duratei de funcționare a lămpilor electrice, încălzirea și solicitarea termică a izolației motoarelor asincrone.

Tabelul 4.3

Tensiunile nominale ale rețelelor electrice miniere și domeniul de utilizare

Nr. crt.	Sistemul de distribuție	Tensiunea nominală [V]		Domeniul orientativ de aplicare
		Rețele și receptoare	Surse de energie electrică	
0	1	2	3	4
1	Alternatic trifazat	42	42	Circuite de comandă și semnalizare. Aparate de iluminat portabile.
		127	133	Receptoare de mică putere și utilaje portabile. Iluminat subteran.
		220	230	Instalații de iluminat, utilaje portabile (cu control automat al rezistenței de izolație), instalații de semnalizare optică și acustică, cu excepția abatajelor și fronturilor de înaintări sub tensiune.
		380	400	Receptoare de putere medie și rețele de alimentare de tensiune joasă și medie.
		660	690	
		1000	1050	
		(1140)	(1197)	
		6000	6300	Rețele de distribuție de tensiune medie și receptoarele de putere mare, cu excepția abatajelor și fronturilor subterane de înaintare.
		20 000	21 000	Rețele de distribuție de tensiune medie, montate la suprafață
2	Alternativ monofazat	12	12	Circuite de comandă semnalizare și telecomandă. Iluminat.
		18	18	
		24	24	
		36	36	
		42	42	
		127	133	Circuite de comandă și semnalizare la puțuri, receptoare de mică putere la suprafață, iluminat subteran. Aparate electrice de încălzire la suprafață.

Tabelul 4.3 (continuare)

0	1	2	3	4
		220	230	Iluminat la suprafață, iluminat staționar subteran, exceptînd abatajele și fronturile de înaintare. Aparate electrice de încălzit și receptoare de putere mică. Circuite de comandă și semnalizare, optică și acustică, instalație fixă, exceptînd abatajele și fronturile subterane de înaintare.
3	Curent continuu	12	12	Circuite de comandă, semnalizare și telemecanică
		24	24	
		48	48	
		60	60	
		220	230	Circuite de semnalizare la puțuri, circuite de comandă și semnalizare la suprafață
4	Curent continuu tracțiunea electrică	250	275	Tracțiunea electrică în subteran și la suprafață. Iluminat electric de la firul de contact
		600	660	Tracțiunea electrică la suprafață și în subteran
		1500	1650	Tracțiunea electrică la suprafață
		3000	3300	
5	Curent alternativ monofazat tracțiune electrică	250	275	Tracțiunea electrică la suprafață și în subteran
		600	660	
		10000	11000	Tracțiune electrică la suprafață

Tabelul 4.4

Domeniul de folosire a tensiunilor pînă la 660 V

Tensiunea [V]	Consumul de putere [kW]	Lungimea rețelei [m]
220	⩽10	30—20
	20	30—100
	30	30—50
	50	⩽30
380	⩽10	300—500
	20	200
	30	100—200
	50	50—200
	75—100	30—100
660	10	600—1000
	20—50	300—1000
	75—100	200—1000
	150—400	30—1000

Tabelul 4.5

Recomandări cu privire la alegerea tensiunii rețelei electrice

Tensiunea [kV]	Domeniul de utilizare
35	— Alimentarea stațiilor de transformare pentru consumatori de putere mare cum sînt cuptorele de topire a oțelului, redresoare de putere mare; — Alimentarea unor stații trafo îndepărtate de putere medie; — Alimentarea substațiilor de putere mijlocie din unități industriale, în cazurile cînd există posibilitatea montării L.E.A. sau L.E.C. pe teritoriul uzinal.
20	— Pentru alimentarea unor substații de pe teritoriul întreprinderilor mari. Alimentarea unor stații trafo de putere medie îndepărtate.
10	— Se recomandă în unitățile industriale unde nu sînt un număr mare de consumatori funcționînd la 6 kV. În acest mod se alimentează avantajos stațiile 10/0,4 kV/kV în loc de 6/0,4 kV/kV.
6	— Are utilizare largă în cazul alimentării a unui număr mare de consumatori la 6 kV și a transformatoarelor din substații la 6/0.4 kV/kV.
0,66	— Se recomandă pe scară largă, mai ales după asimilarea utilajelor funcționînd la această tensiune. De asemenea, se recomandă la alimentarea consumatorilor prin L.E.C. Se recomandă în minele de cărbune, extracția petrolului, combinate chimice și alte întreprinderi industriale.
0,38/0,22	— În domeniul tensiunilor joase este tensiunea de bază. Se folosește la alimentarea receptoarelor electrice și iluminat în cazul transformatoarelor cu trei faze și nul.

4.1. Tensiuni nominale și căderile de tensiune admisibile

Pentru rețelele electrice avînd tensiunea cuprinsă între 100 și 1000 V, tensiunile nominale și abaterile, în %, de la tensiunile nominale sînt redate în tabelul 4.1. Pentru rețelele electrice de medie tensiune de 3—35 kV tensiunile nominale și abaterile, în %, de la tensiunea nominală se redau în tabelul 4.2.

Tensiunile pentru rețelele electrice miniere sînt date în tabelul 4.3.

În tabelele 4.4 și 4.5 sînt prezentate domeniile de folosire a tensiunilor pînă la 660 V și recomandări generale cu privire la alegerea acestora.

Tensiunile nominale de 208/120 V, 500 V, 3 kV, 5 kV, 15 kV, 25 kV, și 30 kV existente, pot fi folosite în continuare, dar nu pot fi extinse decît în mod limitat, în jurul acestor instalații.

4.2. Parametrii rețelelor electrice

Parametrii longitudinali ai rețelelor electrice de joasă și de medie tensiune sînt rezistența ohmică și reactanța inductivă, în Ω.

În standarde se dă rezistența ohmică la temperatura de +20°C. Pentru alte temperaturi, rezistența ohmică se calculează cu relația:

$$R_\theta = R_{20}[1 + \alpha_{20}(\theta - 20)],$$

unde: R_θ este rezistența ohmică la temperatura t [Ω];
R_{20} — rezistența ohmică la 20°C [Ω];
α_{20} — coeficientul de temperatură al rezistenței și are valorile de 0,00393 grd^{-1} pentru cupru și 0,00403 grd^{-1} pentru aluminiu;
θ — temperatura conductoarelor [°C].

În lucrare s-au folosit următoarele rezistivități:

$$\rho_{Cu} = 1/53\ \Omega \cdot mm^2/m \text{ și } \rho_{Al} = 1/32\ \Omega \cdot mm^2/m,$$

inferioare valorilor din standarde, deoarece rețelele funcționează la temperaturi cuprinse între −40 și +125°C.

Valorile pentru rezistența ohmică și rezistența inductivă, în Ω/km, sînt redate în tabelele 4.6—4.10.

Tabelul 4.6

Rezistențele active și reactive [Ω/km] la $t = 20°C$ pentru conductoare de cupru

Secțiunea conductorului [mm²]		4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Rezistența [Ω/km]		4,65	3,06	1,84	1,20	0,74	0,54	0,39	0,28	0,2	0,158	0,123	0,103	0,078	0,062
Reactanța [Ω/km] în cazul distanței medii geometrice între conductoare [mm]	400	0,385	0,371	0,355	0,333	0,319	0,308	0,297	0,283	0,274	—	—	—	—	—
	600	0,411	0,390	0,381	0,358	0,345	0,336	0,325	0,309	0,300	0,292	0,287	0,280	—	—
	800	0,429	0,415	0,399	0,377	0,363	0,352	0,341	0,327	0,318	0,310	0,305	0,298	—	—
	1000	—	0,429	0,413	0,391	0,377	0,366	0,355	0,341	0,332	0,324	0,319	0,313	0,305	0,298
	1250	—	0,443	0,427	0,405	0,391	0,380	0,369	0,355	0,346	0,338	0,333	0,327	0,319	0,312
	1500	—	—	0,438	0,416	0,402	0,391	0,380	0,366	0,357	0,349	0,344	0,338	0,330	0,323
	2000	—	—	0,457	0,435	0,421	0,410	0,398	0,385	0,376	0,368	0,363	0,357	0,349	0,342
	2500	—	—	—	0,449	0,435	0,424	0,413	0,399	0,390	0,382	0,377	0,371	0,363	0,356
	3000	—	—	—	0,460	0,446	0,435	0,423	0,410	0,401	0,393	0,388	0,382	0,374	0,366
	3500	—	—	—	0,470	0,456	0,445	0,433	0,420	0,411	0,403	0,398	0,392	0,384	0,377
	4000	—	—	—	0,478	0,464	0,453	0,441	0,428	0,419	0,411	0,406	0,400	0,392	0,385
	4500	—	—	—	—	0,471	0,460	0,448	0,435	0,426	0,418	0,413	0,407	0,399	0,392
	5000	—	—	—	—	—	0,467	0,456	0,442	0,433	0,425	0,420	0,414	0,406	0,399
	5500	—	—	—	—	—	—	0,462	0,448	0,439	0,431	0,426	0,420	0,412	0,405
	6000	—	—	—	—	—	—	0,468	0,454	0,445	0,437	0,432	0,426	0,418	0,411

Tabelul 4.7

Rezistențele active și reactive [Ω/km] la $t = +20°C$ pentru conductoare de aluminiu

Marca conductorului	Rezistența activă [Ω/km]	Rezistența inductivă [Ω/km] la distanța medie geometrică între conductoare [mm]									
		600	800	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Al—16	1,98	0,358	0,375	0,390	0,405	—	—	—	—	—	—
Al—25	1,28	0,345	0,363	0,377	0,390	0,402	0,421	—	—	—	—
Al—35	0,92	0,336	0,352	0,366	0,380	0,391	0,410	—	—	—	—
Al—50	0,64	0,325	0,341	0,355	0,369	0,380	0,398	0,413	0,423	0,433	0,442
Al—70	0,46	0,315	0,331	0,345	0,359	0,370	0,388	0,402	0,413	0,423	0,431
Al—95	0,34	0,303	0,319	0,333	0,347	0,358	0,377	0,393	0,402	0,413	0,421
Al—120	0,27	0,297	0,313	0,327	0,341	0,352	0,371	0,385	0,396	0,405	0,414
Al—150	0,21	0,288	0,305	0,315	0,333	0,344	0,363	0,376	0,388	0,398	0,406
Al—185	0,17	0,279	0,298	0,311	0,328	0,339	0,355	0,370	0,382	0,391	0,399

Tabelul 4.8

Rezistențele active și reactive [Ω/km] la $t = +20°C$ pentru conductoare de oțel-aluminiu

Marca conductorului	Rezistența activă [Ω/km]	Rezistența inductivă [Ω/km] la distanța medie geometrică între conductoare [mm]: 1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500
OL—Al 16	2,06	0,411	0,43	0,442	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
OL—Al 25	1,31	0,398	0,417	0,417	0,431	—	—	—	—	—	—	—	—	—
OL—Al 35	0,85	0,385	0,403	0,417	0,429	0,438	0,446	—	—	—	—	—	—	—
OL—Al 50	0,65	0,374	0,392	0,406	0,418	0,427	0,435	—	—	—	—	—	—	—
OL—Al 70	0,46	0,364	0,382	0,396	0,408	0,417	0,425	0,433	0,440	0,446	—	—	—	—
OL—Al 95	0,37	0,353	0,371	0,385	0,397	0,406	0,414	0,422	0,429	0,435	—	—	—	—
OL—Al 120	0,27	0,347	0,365	0,379	0,391	0,400	0,408	0,416	0,423	0,429	—	—	—	—
OL—Al 150	0,21	0,340	0,358	0,372	0,384	0,398	0,401	0,409	0,416	0,422	—	—	—	—
OL—Al 185	0,17	—	—	0,365	0,377	0,386	0,394	0,402	0,409	0,418	—	—	—	—
OL—Al 240	0,132	—	—	0,358	0,369	0,378	0,386	0,394	0,401	0,407	0,413	—	—	—
OL—Al 300	0,107	—	—	—	—	—	—	—	—	0,399	0,405	0,410	0,414	0,418
OL—Al 400	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	0,391	0,397	0,402	0,406	0,410

Tabelul 4.9

Rezistențele active și reactive [Ω/km] la $t = +20°C$ pentru conductoare de oțel-aluminiu întărite

Marca conductorului	Rezistența activă [Ω/km]	Rezistența inductivă [Ω/km] la distanța medie geometrică între conductoare [mm] 4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500
OL—Al—1 120	0,28	0,408	0,415	0,422	0,428	0,433	0,438	0,443	0,448	0,452	0,452
OL—Al—1 150	0,21	0,399	0,406	0,413	0,419	0,424	0,429	0,434	0,439	0,443	0,446
OL—Al—1 185	0,17	0,393	0,400	0,407	0,413	0,418	0,423	0,427	0,433	0,437	0,440
OL—Al—1 240	0,131	0,384	0,391	0,398	0,404	0,409	0,414	0,418	0,424	0,426	0,431
OL—Al—1 300	0,106	0,377	0,384	0,391	0,397	0,402	0,407	0,412	0,417	0,421	0,424
OL—Al—1 400	0,079	0,368	0,375	0,382	0,388	0,393	0,398	0,403	0,408	0,412	0,415

Tabelul 4.10

Rezistențele active și reactive [Ω/km] la $t = +20°C$ pentru cabluri trifazate

Secțiunea conductorului [mm²]	Rezistența activă la 20°C [Ω/km]		Rezistența inductivă [Ω/km]								
			Cabluri cu izolație de hîrtie la tensiunea [kV]:						Conductoare în tuburi și cabluri cu izolație de cauciuc	Conductoare montate în exterior la distanța între conductoare [cm]	
	Al	Cu	1	6	10	20	35			15	40
1	—	18,5	—	—	—	—	—		0,133	—	—
1,5	—	12,3	—	—	—	—	—		0,126	0,374	—
2,5	12,5	7,4	0,104	—	—	—	—		0,116	0,358	—
4	7,81	4,63	0,095	—	—	—	—		0,107	0,343	—
6	5,41	3,09	0,090	—	—	—	—		0,1	0,330	—
10	3,12	1,84	0,073	0,11	0,122	—	—		0,099	0,307	—
16	1,95	1,16	0,0675	0,102	0,113	—	—		0,095	0,293	0,354
25	1,25	0,74	0,0662	0,091	0,099	0,135	—		0,091	0,278	0,339
35	0,894	0,53	0,0637	0,087	0,095	0,129	—		0,088	0,268	0,330
50	0,625	0,37	0,0625	0,083	0,09	0,119	—		0,085	0,256	0,317
70	0,447	0,265	0,0612	0,08	0,086	0,116	0,137		0,082	0,245	0,307
95	0,329	0,195	0,0602	0,078	0,083	0,11	0,126		0,081	0,236	0,297
120	0,261	0,154	0,0600	0,076	0,081	0,107	0,120		0,08	0,229	0,293
150	0,208	0,124	0,0596	0,074	0,079	0,104	0,116		0,079	0,222	0,283
185	0,169	0,100	0,0596	0,073	0,077	0,101	0,113		0,078	0,215	—
240	0,130	0,077	0,0587	0,071	0,075	—	—		0,077	0,213	—

4.3. Determinarea distanței medii între conductoarele liniilor electrice aeriene

a) Pentru LEA cu un circuit avînd conductoarele montate în triunghi — figura 4.1:

$$D_i = \sqrt{D_{RS} D_{RT} D_{ST}};$$

b) Pentru LEA cu un circuit cu conductoarele montate în linie — figura 4.2:

$$D = 1{,}26 D;$$

Fig. 4.1. Determinarea distanței medii pentru conductoare montate în triunghi.

Fig. 4.2. Distanța medie pentru conductoare montate în linie.

c) Pentru LEA cu dublu circuit — figura 4.3:

Fig. 4.3. Distanța medie pentru rețele electrice cu 2 circuite.

$$D = \sqrt{\frac{D_{12}D_{23}D_{15}D_{25}D_{34}}{D_{14}D_{25}D_{36}}}$$

unde: D este distanţa medie [m].

Restul distanţelor [m] sînt indicate în figurile 4.1, 4.2 şi 4.3.

4.4. Calculul căderilor de tensiune

Căderea de tensiune pentru reţelele electrice avînd rezistenţe şi reactanţe inductive şi o sarcină la capătul liniei — fig.4.4 — se calculează cu relaţia:

$$\Delta U_{[\%]} = \frac{100PL(r\cos\varphi + x\sin\varphi)}{U^2\cos\varphi},$$

sau înlocuind: $r = \rho/s$, rezultă relaţia:

$$\Delta U_{[\%]} = \frac{100\ PL\rho}{sU^2}\left(1 + \frac{x}{\rho}s\operatorname{tg}\varphi\right),$$

în care termenul $\frac{100\ PL\rho}{sU^2}$ reprezintă căderea de tensiune aferentă rezistenţei active r, iar termenul $c = 1 + \frac{x}{\rho}s\operatorname{tg}\varphi$ reprezintă influenţa reactanţei x în calculul căderii de tensiune.

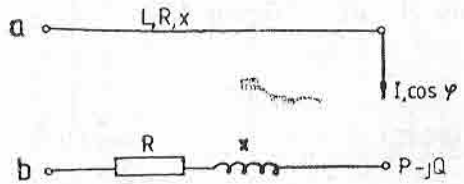


Fig. 4.4. Reţele electrice cu o sarcină la capăt, parametrii longitudinali.

Cu notaţiile de sus căderea de tensiune se calculează cu relaţia:

$$\Delta U_{[\%]} = \frac{100\ \rho PL_c}{sU^2},$$

sau:

$$M = PLc = \frac{sU^2\Delta U_{[\%]}}{100\ \rho},$$

unde: M este momentul sarcinii electrice, în kWm, pentru reţelele avînd tensiunea cuprinsă între 127 şi 1000 V şi în MWm pentru reţelele electrice cu tensiuni între 3 şi 35 kV.

L — lungimea reţelei electrice [m];

ρ — rezistivitatea reţelei electrice $\rho_{Cu} = 1/53$ $\Omega mm^2/m$ şi $\rho_{Al} = 1/32$ $\Omega mm^2/m$;

c — coeficientul care ţine cont de influenţa reactanţei în calculul căderii de tensiune;

r — rezistenţa reţelei electrice [Ω/km];

x — reactanţa reţelei electrice [Ω/km];

$\cos\varphi$ — factorul de putere;

$\Delta U_{[\%]}$ — căderea de tensiune [%];

P — puterea activă, în kW, pentru U = 127—1000 V şi în MW pentru U = 3—35 kV;

s — secţiunea conductoarelor [mm^2];

$r\cos\varphi + x\sin\varphi$ — rezistenţa totală [Ω/km].

Mărimile r şi x sînt redate în tabelele 4.6—4.10, iar valorile pentru rezistenţa totală $r\cos\varphi + x\sin\varphi$ sînt date în tabelele 4.11 şi 4.12.

4.5. Calculul lungimii reduse, a sarcinii concentrate la un capăt al reţelei electrice şi a momentului sarcinii electrice

4.5.1. Reţea electrică cu o sarcină concentrată la capăt — fig. 4.5

Momentul sarcinii electrice:

$$M = PLc,$$

unde: M este momentul sarcinii electrice, în kWm, pentru reţele avînd tensiunea u = 127—1000 V şi în MWm pentru reţele cu U = 3—35 kV;

P — puterea activă, în kW, pentru u = 127—1000 V şi în MW pentru U = 3—35 kV;

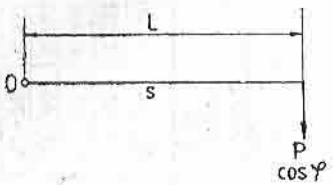


Fig. 4.5. Reţele electrice cu o sarcină la capăt.

Tabelul 4.11

Valorile ($r \cos \varphi + x \sin \varphi$) pentru linii electrice aeriene cu conductoare de aluminiu

cos φ	Marca conductorului	($r \cos \varphi + x \sin \varphi$) [Ω/km] la distanța medie geometrică între conductoare [mm]: 600	800	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3500	4000
0,8	Al—16	1,799	1,809	1,818	1,827	—	—	—	—	—	—
	Al—25	1,231	1,242	1,250	1,258	1,265	1,277	—	—	—	—
	Al—35	0,938	0,947	0,956	0,964	0,971	0,982	—	—	—	—
	Al—50	0,707	0,717	0,725	0,733	0,740	0,751	0,760	0,766	0,772	0,777
	Al—70	0,557	0,567	0,575	0,583	0,590	0,601	0,601	0,616	0,622	0,627
	Al—95	0,454	0,463	0,472	0,480	0,487	0,498	0,508	0,513	0,520	0,525
	Al—120	0,394	0,404	0,412	0,421	0,427	0,439	0,447	0,454	0,459	0,464
	Al—150	0,341	0,351	0,357	0,368	0,374	0,386	0,394	0,401	0,407	0,412
	Al—185	0,303	0,315	0,323	0,333	0,339	0,349	0,358	0,365	0,371	0,375
0,9	Al—16	1,938	1,945	1,952	1,959	—	—	—	—	—	—
	Al—25	1,302	1,310	1,316	1,322	1,327	1,336	—	—	—	—
	Al—35	0,974	0,981	0,988	0,994	0,998	1,007	—	—	—	—
	Al—50	0,718	0,725	0,731	0,737	0,742	0,479	0,756	0,760	0,765	0,769
	Al—70	0,551	0,558	0,564	0,570	0,575	0,583	0,589	0,594	0,598	0,602
	Al—95	0,438	0,445	0,451	0,457	0,462	0,470	0,477	0,481	0,480	0,490
	Al—120	0,372	0,379	0,386	0,392	0,396	0,405	0,411	0,416	0,420	0,423
	Al—150	0,315	0,322	0,326	0,334	0,339	0,347	0,353	0,358	0,362	0,366
	Al—185	0,275	0,283	0,289	0,296	0,301	0,308	0,314	0,320	0,323	0,327
	Al—240	—	0,239	0,245	0,250	0,256	0,264	0,270	0,276	0,280	0,283

Tabelul 4.12

Valorile ($r \cos \varphi + x \sin \varphi$) pentru linii electrice aeriene cu conductoare din oțel-aluminiu

cos φ	Marca conductorului	($r \cos \varphi + x \sin \varphi$) [Ω/km] la distanța medie geometrică între conductoare [mm]: 1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,8	OL—Al 35	0,911	0,922	0,930	0,937	0,943	0,948	—	—	—	—	—	—	—
	OL—Al 50	0,744	0,755	0,764	0,771	0,776	0,781	—	—	—	—	—	—	—
	OL—Al 70	0,586	0,597	0,606	0,613	0,618	0,623	0,628	0,632	0,636	—	—	—	—
	OL—Al 95	0,508	0,519	0,527	0,534	0,540	0,544	0,549	0,553	0,557	—	—	—	—
	OL—Al 120	0,424	0,435	0,443	0,451	0,456	0,461	0,465	0,470	0,473	—	—	—	—
	OL—Al 150	0,372	0,383	0,391	0,398	0,407	0,409	0,413	0,418	0,421	—	—	—	—
	OL—Al 185	—	—	0,355	0,362	0,368	0,372	0,377	0,381	0,387	—	—	—	—
	OL—Al 240	—	—	0,320	0,327	0,332	0,337	0,342	0,346	0,350	0,353	—	—	—
	OL—Al 300	—	—	—	—	—	—	—	—	0,325	0,328	0,331	0,334	0,336

Tabelul 4.12 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,9	OL—Al 400	—	—	—	—	—	—	—	—	0,299	0,302	0,305	0,308	0,310
	OL—Al 35	0,933	0,941	0,947	0,952	0,956	0,959	—	—	—	—	—	—	—
	OL—Al 50	0,748	0,756	0,762	0,767	0,771	0,775	—	—	—	—	—	—	—
	OL—Al 70	0,573	0,581	0,587	0,592	0,596	0,599	0,603	0,606	0,608	—	—	—	—
	OL—Al 95	0,487	0,495	0,501	0,506	0,510	0,513	0,517	0,520	0,523			—	—
	OL—Al 120	0,394	0,402	0,408	0,413	0,417	0,421	0,424	0,427	0,430	—	—	—	—
	OL—Al 150	0,337	0,345	0,351	0,356	0,362	0,364	0,367	0,370	0,373	—	—	—	—
	OL—Al 185	—	—	0,312	0,317	0,321	0,325	0,328	0,331	0,335	—	—	—	—
	OL—Al 240	—	—	0,275	0,280	0,284	0,287	0,291	0,294	0,296	0,299	—	—	—
	OL—Al 300	—	—	—	—	—	—	—	—	0,270	0,273	0,275	0,277	0,279
	OL—Al 400	—	—	—	—	—	—	—	—	0,242	0,245	0,247	0,249	0,251

L — lungimea liniei electrice [m];
c — coeficientul de reactanţă.

În continuare, toate reţelele electrice se transformă din punct de vedere a căderilor de tensiune într-o reţea echivalentă cu o sarcină la capăt P şi lungimea redusă L, la care momentul sarcinii electrice se calculează cu relaţia $M = PLc$.

Coeficientul de reactanţă c s-a calculat pentru toate cazurile practice şi este redat în tabelul 4.13 pentru LEA şi în tabelul 4.14 pentru LEC. Coeficientul c este o mărime care pentru LEA depinde de elementele constructive ale reţelei şi anume: materialul reţelei electrice, secţiunea conductoarelor electrice, distanţa medie între conductoare şi factorul de putere.

Pentru LEC coeficientul c depinde de secţiunea conductoarelor, tensiunea, în kV, a cablului, materialul conductoarelor şi factorul de putere.

Cunoscînd valoarea momentului sarcinii electrice M, din tabelele 4.16—4.43 pentru o anumită secţiune şi material rezultă direct căderea de tensiune în %.

4.5.2. Reţele electrice cu sarcini concentrate, secţiuni constante, factorul de putere al sarcinilor cos φ — fig. 4.6.

Pentru determinarea lungimii reduse se aplică teorema similară din mecanică, conform căreia suma momentelor forţelor în raport cu un punct este egală cu momentul

Fig. 4.6. Reţele electrice cu sarcini concentrate, secţiuni constante cos φ constant.

Tabelul 4.13

Coeficientul c care ține seama de reactanța liniilor electrice aeriene

Materialul LEA	Secțiunea [mm²]	Distanța medie între conductoare [mm]	Factorul de putere, cos φ					
			0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cupru	4	400	1,0833	1,0719	1,0612	1,0506	1,0396	1,0268
		600	1,0889	1,0768	1,0653	1,0540	1,0423	1,0286
		800	1,0928	1,0801	1,0682	1,0564	1,0441	1,0299
Cupru	6	400	1,1204	1,1039	1,0885	1,0731	1,0572	1,0388
		600	1,1265	1,1093	1,0930	1,0768	1,0601	1,0408
		800	1,1346	1,1163	1,0990	1,0818	1,0640	1,0434
		1 000	1,1392	1,1202	1,1023	1,0845	1,0662	1,0448
		1 250	1,1437	1,1241	1,1057	1,0873	1,0683	1,0463
Cupru	10	400	1,1917	1,1658	1,1411	1,1166	1,0912	1,0618
		600	1,2058	1,1779	1,1514	1,1251	1,0979	1,0664
		800	1,2155	1,1863	1,1586	1,1310	1,1025	1,0695
		1 000	1,2231	1,1929	1,1642	1,1356	1,1061	1,0719
		1 250	1,2306	1,1994	1,1697	1,1402	1,1097	1,0744
		1 500	1,2366	1,2045	1,1741	1,1438	1,1126	1,0763
		2 000	1,2468	1,2134	1,1816	1,1501	1,1174	1,0796
Cupru	16	400	1,2881	1,2488	1,2118	1,1750	1,1369	1,0928
		600	1,3097	1,2675	1,2277	1,1881	1,1472	1,0998
		800	1,3262	1,2817	1,2398	1,1981	1,1550	1,1051
		1 000	1,3383	1,2921	1,2487	1,2054	1,1608	1,1090
		1 250	1,3504	1,3026	1,2576	1,2128	1,1665	1,1129
		1 500	1,3599	1,3108	1,2646	1,2186	1,1711	1,1159
		2 000	1,3763	1,3250	1,2767	1,2286	1,1789	1,1212
		2 500	1,3884	1,3355	1,2856	1,2359	1,1846	1,1251
		3 000	1,3980	1,3437	1,2926	1,2417	1,1892	1,1282
		3 500	1,4066	1,3512	1,2989	1,2469	1,1933	1,1309
		4 000	1,4135	1,3571	1,3040	1,2511	1,1966	1,1332
Cupru	25	400	1,4312	1,3724	1,3170	1,2619	1,2050	1,1389
		600	1,4664	1,4028	1,3428	1,2833	1,2217	1,1502
		800	1,4907	1,4238	1,3607	1,2980	1,2332	1,1581
		1 000	1,5096	1,4401	1,3746	1,3095	1,2422	1,1642
		1 250	1,5285	1,4565	1,3886	1,3210	1,2512	1,1703
		1 500	1,5434	1,4693	1,3995	1,3301	1,2583	1,1751
		2 000	1,5691	1,4915	1,4184	1,3457	1,2705	1,1833
		2 500	1,5880	1,5078	1,4293	1,3572	1,2795	1,1894
		3 000	1,6029	1,5207	1,4432	1,3662	1,2866	1,1942
		3 500	1,6164	1,5323	1,4531	1,3744	1,2930	1,1986
		4 000	1,6272	1,5417	1,4611	1,3810	1,2981	1,2021
		4 500	1,6367	1,5498	1,4681	1,3867	1,3026	1,2051

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cupru	35	400	1,5829	1,5034	1,4285	1,3540	1,2767	1,1878
		600	1,6359	1,5491	1,4675	1,3862	1,3019	1,2048
		800	1,6661	1,5753	1,4897	1,4046	1,3162	1,2146
		1 000	1,6926	1,5982	1,5092	1,4207	1,3288	1,2231
		1 250	1,7191	1,6211	1,5287	1,4368	1,3414	1,2317
		1 500	1,7400	1,6390	1,5440	1,4494	1,3513	1,2384
		2 000	1,7759	1,6701	1,5704	1,4713	1,3683	1,2500
		2 500	1,8024	1,6930	1,5899	1,4874	1,3809	1,2585
		3 000	1,8232	1,7109	1,6052	1,5000	1,3908	1,2652
		3 500	1,8421	1,7273	1,6191	1,5115	1,3998	1,2713
		4 000	1,8573	1,7404	1,6302	1,5207	1,4070	1,2762
		4 500	1,8705	1,7518	1,6400	1,5288	1,4133	1,2805
		5 000	1,8838	1,7632	1,6497	1,5368	1,4196	1,2847
Cupru	50	400	1,8029	1,6934	1,5903	1,4877	1,3817	1,2587
		600	1,8786	1,7588	1,6459	1,5337	1,4176	1,2831
		800	1,9219	1,7962	1,6777	1,5600	1,4382	1,2970
		1 000	1,9598	1,8289	1,7056	1,5829	1,4562	1,3092
		1 250	1,9976	1,8615	1,7334	1,6059	1,4742	1,3214
		1 500	2,0273	1,8872	1,7552	1,6240	1,4883	1,3310
		2 000	2,0760	1,9293	1,7910	1,6536	1,5114	1,3467
		2 500	2,1166	1,9643	1,8208	1,6782	1,5307	1,3597
		3 000	2,1436	1,9876	1,8407	1,6946	1,5436	1,3684
		3 500	2,1706	2,0110	1,8606	1,7110	1,5564	1,3771
		4 000	2,1923	2,0296	1,8765	1,7242	1,5667	1,3841
		4 500	2,2112	2,0460	1,8904	1,7357	1,5757	1,3902
		5 000	2,2328	2,0647	1,9063	1,7488	1,5860	1,3972
		5 300	2,2490	2,0787	1,9182	1,7586	1,5937	1,4024
		6 000	2,2653	2,0927	1,9301	1,7685	1,6014	1,4076
Cupru	70	400	2,0711	1,9251	1,7874	1,6506	1,5091	1,3451
		600	2,1695	2,0100	1,8598	1,7104	1,5559	1,3768
		800	2,2377	2,0689	1,9099	1,7518	1,5883	1,3987
		1 000	2,2907	2,1146	1,9488	1,7839	1,6135	1,4158
		1 250	2,3437	2,1604	1,9878	1,8161	1,6387	1,4329
		1 500	2,3853	2,1964	2,0184	1,8414	1,6585	1,4463
		2 000	2,4572	2,2585	2,0713	1,8851	1,6926	1,4695
		2 500	2,5102	2,3042	2,1102	1,9173	1,7178	1,4865
		3 000	2,5518	2,3402	2,1408	1,9426	1,7376	1,5000
		3 500	2,5897	2,3729	2,1686	1,9656	1,7556	1,5121
		4 000	2,6200	2,3990	2,1909	1,9839	1,7700	1,5219
		4 500	2,6464	2,4219	2,2104	2,0000	1,7826	1,5304
		5 000	2,6729	2,4448	2,2299	2,0161	1,7952	1,5390
		5 500	2,6957	2,4644	2,2466	2,0299	1,8060	1,5463
		6 000	2,7184	2,4840	2,2633	2,0347	1,8168	1,5536

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		400	2,4075	2,2155	2,0347	1,8512	1,6690	1,4534
		600	2,5410	2,3308	2,1329	1,9320	1,7325	1,4965
		800	2,6335	2,4107	2,2008	1,9879	1,7764	1,5263
		1 000	2,7054	2,4728	2,2537	2,0314	1,8106	1,5494
		1 250	2,7773	2,5349	2,3066	2,0749	1,8448	1,5726
		1 500	2,8388	2,5837	2,3481	2,1090	1,8716	1,5908
		2 000	2,9314	2,6680	2,4199	2,1681	1,9180	1,6222
		2 500	3,0033	2,7301	2,4727	2,2116	1,9522	1,6454
Cupru	95	3 000	3,0598	2,7789	2,5143	2,2457	1,9791	1,6636
		3 500	3,1112	2,8233	2,5520	2,2768	2,0035	1,6802
		4 000	3,1523	2,8587	2,5822	2,3016	2,0230	1,6934
		4 500	3,1882	2,8898	2,6087	2,3234	2,0401	1,7050
		5 000	3,2242	2,9208	2,6351	2,3451	2,0572	1,7166
		5 500	3,2550	2,9475	2,6578	2,3639	2,0718	1,7265
		6 000	3,2858	2,9741	2,6804	2,3824	2,0865	1,7364
		600	2,5967	2,3790	2,1738	1,9698	1,7590	1,5144
		800	2,6952	2,4640	2,2462	2,0296	1,8057	1,5461
		1 000	2,7717	2,5301	2,3025	2,0761	1,8421	1,5708
		1 250	2,8483	2,5962	2,3588	2,1226	1,8785	1,5955
		1 500	2,9084	2,6481	2,4030	2,1592	1,9071	1,6148
		2 000	3,0123	2,7379	2,4794	2,2223	1,9565	1,6483
		2 500	3,0889	2,8040	2,5356	2,2688	1,9929	1,6730
Cupru	120	3 000	3,1490	2,8559	2,5799	2,3053	2,0215	1,6924
		3 500	3,2037	2,9032	2,6201	2,3385	2,0475	1,7100
		4 000	3,2475	2,9409	2,6522	2,3651	2,0683	1,7241
		4 500	3,2857	2,9740	2,6804	2,3883	2,0865	1,7364
		5 000	3,3240	3,0071	2,7085	2,4116	2,1046	1,7487
		5 500	3,3568	3,0354	2,7326	2,4315	2,1202	1,7593
		6 000	3,3896	3,0637	2,7567	2,4514	2,1358	1,7699
		600	3,3277	3,0103	2,7112	2,4138	2,1064	1,7499
		800	3,4737	3,1363	2,8186	2,5025	2,1758	1,7970
		1 000	3,5873	3,2344	2,9020	2,5715	2,2298	1,8335
		1 250	3,7008	3,3325	2,9855	2,6405	2,2838	1,8701
		1 500	3,7900	3,4095	3,0511	2,6946	2,3262	1,8989
		2 000	3,9441	3,5426	3,1644	2,7882	2,3994	1,9485
Cupru	150	2 500	4,0577	3,6407	3,2479	2,8572	2,4534	1,9851
		3 000	4,1469	3,7177	3,3134	2,9114	2,4958	2,0138
		3 500	4,2280	3,7878	3,3731	2,9607	2,5343	2,0400
		4 000	4,2929	3,8438	3,4208	3,0001	2,5652	2,0609
		4 500	4,3497	3,8928	3,4625	3,0346	2,5922	2,0792
		5 000	4,4064	3,9419	3,5042	3,0690	2,6191	2,0975
		5 500	4,4551	3,9839	3,5400	3,0986	2,6423	2,1131
		6 000	4,5038	4,0259	3,5758	3,1282	2,6654	2,1288

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		600	3,8009	3,4189	3,0590	2,7012	2,3313	1,9024
		800	3,9809	3,5744	3,1914	2,8106	2,4169	1,9604
		1 000	4,1310	3,7039	3,3017	2,9017	2,4882	2,0087
		1 250	4,2710	3,8249	3,4047	2,8968	2,5548	2,0538
		1 500	4,3810	3,9199	3,4856	3,0536	2,6071	2,0893
		2 000	4,5711	4,0840	3,6253	3,1690	2,6974	2,1505
		2 500	4,7111	4,2050	3,7282	3,2541	2,7640	2,1956
Cupru	185	3 000	4,8212	4,3000	3,8091	3,3209	2,8163	2,2311
		3 500	4,9212	4,3864	3,8827	3,3817	2,8638	2,2633
		4 000	5,0012	4,4555	3,9415	3,4303	2,9019	2,2891
		4 500	5,0712	4,5160	3,9930	3,4728	2,9351	2,3116
		5 000	5,1413	4,5765	4,0445	3,5154	2,9684	2,3342
		5 500	5,2013	4,6283	4,0886	3,5518	2,9969	2,3535
		6 000	5,2613	4,6801	4,1327	3,5883	3,0255	2,3729
		1 000	4,9552	4,4182	3,9097	3,4040	2,8813	2,2751
		1 250	5,1368	4,5751	4,0433	3,5144	2,9676	2,3337
		1 500	5,2794	4,6983	4,1482	3,6011	3,0355	2,3797
		2 000	5,5258	4,9113	4,3295	3,7508	3,1527	2,4591
		2 500	5,7074	5,0682	4,4630	3,8612	3,2390	2,5176
		3 000	5,8500	5,1914	4,5680	3,9479	3,3069	2,5636
Cupru	240	3 500	5,9797	5,3035	4,6634	4,0267	3,3686	2,6054
		4 000	6,0834	5,3932	4,7397	4,0898	3,4179	2,6389
		4 500	6,1742	5,4716	4,8065	4,1449	3,4611	2,6681
		5 000	6,2650	5,5501	4,8732	4,2001	3,5043	2,6974
		5 500	6,3428	5,6173	4,9305	4,2474	3,5413	2,7225
		6 000	6,4206	5,6846	4,9877	4,2947	3,5783	2,7476
		1 000	5,8341	5,1746	4,5536	3,9361	3,2976	2,5574
		1 250	6,0612	5,3708	4,7206	4,0740	3,4056	2,6305
		1 500	6,2396	5,5249	4,8518	4,1824	3,4904	2,6880
		2 000	6,5479	5,7910	5,0783	4,3696	3,6369	2,7873
		2 500	6,7750	5,9872	5,2453	4,5075	3,7448	2,8605
		3 000	6,9372	6,1272	5,3645	4,6060	3,8219	2,9127
Cupru	300	3 500	7,1156	6,2813	5,4957	4,7144	3,9068	2,9702
		4 000	7,2454	6,3934	5,5911	4,7932	3,9684	3,0120
		4 500	7,3589	6,4915	5,6746	4,8622	4,0224	3,0486
		5 000	7,4723	6,5895	5,7581	4,9312	4,0764	3,0852
		5 500	7,5698	6,6736	5,8296	4,9903	4,1226	3,1165
		6 000	7,6672	6,7576	5,9012	5,0494	4,1689	3,1479
		600	1,1860	1 1606	1,1367	1,1129	1,0884	1,0599
Alu-		800	1,1969	1,1701	1,1448	1,1196	1,0936	1,0634
miniu	16	1 000	1,2042	1,1764	1,1501	1,1240	1,0971	1,0658
		1 200	1,2115	1,1827	1,1555	1,1285	1,1006	1,0682

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		600	1,2816	1,2432	1,2070	1,1710	1,1338	1,0907
		800	1,2963	1,2559	1,2178	1,1799	1,1408	1,0954
		1 000	1,3077	1,2657	1,2262	1,1869	1,1463	1,0991
Aluminiu		1 200	1,3191	1,2756	1,2346	1,1938	1,1517	1,1028
	25	1 500	1,3281	1,2823	1,2412	1,1993	1,1559	1,1057
		2 000	1,3436	1,2967	1,2526	1,2087	1,1633	1,1107
		2 500	1,3550	1,3066	1,2610	1,2156	1,1688	1,1144
		3 000	1,3640	1,3144	1,2676	1,2211	1,1730	1,1173
		600	1,3839	1,3316	1,2822	1,2332	1,1825	1,1463
		800	1,4022	1,3473	1,2957	1,2443	1,1912	1,1532
		1 000	1,4182	1,3612	1,3074	1,2540	1,1938	1,1593
		1 200	1,4342	1,3750	1,3192	1,2637	1,2064	1,1654
		1 500	1,4468	1,3858	1,3284	1,2714	1,2124	1,1702
Aluminiu		2 000	1,4685	1,4046	1,3444	1,2845	1,2227	1,1785
	35	2 500	1,4845	1,4184	1,3562	1,2943	1,2303	1,1846
		3 000	1,4970	1,4293	1,3654	1,3019	1,2363	1,1894
		3 500	1,5085	1,4391	1,3738	1,3088	1,2417	1,1937
		4 000	1,5176	1,4470	1,3805	1,3144	1,2460	1,1972
		600	1,5305	1,4582	1,3900	1,3222	1,2522	1,1709
		800	1,5566	1,4807	1,4092	1,3381	1,2646	1,1793
		1 000	1,5795	1,5004	1,4260	1,3520	1,2754	1,1867
		1 200	1,5958	1,5145	1,4380	1,3619	1,2832	1,1919
		1 500	1,6203	1,5357	1,4560	1,3768	1,2948	1,1998
Aluminiu		2 000	1,6497	1,5611	1,4776	1,3946	1,3088	1,2093
	50	2 500	1,6741	1,5822	1,4956	1,4095	1,3204	1,2172
		3 000	1,6905	1,5963	1,5076	1,4194	1,3282	1,2224
		3 500	1,7068	1,6104	1,5196	1,4293	1,3360	1,2277
		4 000	1,7199	1,6217	1,5292	1,4372	1,3422	1,2319
		600	1,7198	1,6217	1,5292	1,4372	1,3422	1,2319
		800	1,7564	1,6533	1,5561	1,4594	1,3595	1,2437
		1 000	1,7884	1,6809	1,5796	1,4789	1,3747	1,2540
		1 200	1,8204	1,7085	1,6031	1,4983	1,3900	1,2643
Aluminiu		1 500	1,8455	1,7302	1,6216	1,5136	1,4019	1,2724
	70	2 000	1,8867	1,7657	1,6518	1,5386	1,4215	1,2857
		2 500	1,9118	1,7875	1,6703	1,5538	1,4334	1,2938
		3 000	1,9379	1,8092	1,6888	1,5691	1,4453	1,3019
		3 500	1,9598	1,8289	1,7056	1,5830	1,4562	1,3092
		4 000	1,9781	1,8447	1,7190	1,5941	1,4649	1,3151
		600	1,9397	1,8116	1,6908	1,5708	1,4467	1,3028
		800	1,9583	1,8276	1,7045	1,5821	1,4555	1,3087
		1 000	2,0359	1,8946	1,7615	1,6292	1,4924	1,3337
		1 200	2,0762	1,9294	1,7912	1,6537	1,5115	1,3467
		1 500	2,1103	1,9589	1,8162	1,6744	1,5277	1,3577
Aluminiu		2 000	2,1692	2,0098	1,8596	1,7102	1,5558	1,3767
	95	2 500	2,2095	2,0446	1,8892	1,7347	1,5749	1,3897
		3 000	2,2437	2,0740	1,9143	1,7554	1,9511	1,4007
		3 500	2,2747	2,1008	1,9371	1,7742	1,6059	1,4107
		4 000	2,2995	2,1223	1,9553	1,7893	1,6177	1,4187

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		600	2,1635	2,0048	1,8554	1,7067	1,5530	1,3749
		800	2,2262	2,0590	1,9014	1,7448	1,5828	1,3950
		1 000	2,2810	2,1063	1,9418	1,7781	1,6089	1,4127
		1 200	2,3359	2,1537	1,9821	1,8114	1,6350	1,4304
Aluminiu		1 500	2,3790	2,1909	2,0138	1,8376	1,6555	1,4443
	120	2 000	2,4417	2,2450	2,0598	1,8757	1,6852	1,4645
		2 500	2,4965	2,2924	2,1002	1,9090	1,7113	1,4821
		3 000	2,5396	2,3296	2,1318	1,9351	1,7318	1,4960
		3 500	2,5788	2,3635	2,1606	1,9589	1,7504	1,5086
		4 000	2,6101	2,3905	2,1837	1,9780	1,7653	1,5187
		600	2,4103	2,2180	2,0368	1,8566	1,6704	1,4544
		800	2,4936	2,2899	2,0980	1,9072	1,7099	1,4812
		1 000	2,5621	2,3491	2,1484	1,9488	1,7425	1,5033
		1 200	2,6307	2,4083	2,1988	1,9905	1,7751	1,5254
		1 500	2,6846	2,4548	2,2384	2,0232	1,8007	1,5427
Aluminiu		2 000	2,7776	2,5352	2,3068	2,0797	1,8449	1,5727
	150	2 500	2,8462	2,5944	2,3572	2,1213	1,8775	1,5948
		3 000	2,9000	2,6409	2,3968	2,1541	1,9031	1,6121
		3 500	2,9490	2,6832	2,4328	2,1838	1,9264	1,6279
		4 000	2,9882	2,7170	2,4616	2,2076	1,9450	1,6405
		600	2,6850	2,4552	2,2388	2,0235	1,8009	1,5249
		800	2,7998	2,5543	2,3231	2,0932	1,8555	1,5798
		1 000	2,8783	2,6221	2,3808	2,1409	1,8928	1,6051
Aluminiu		1 200	2,9810	2,7108	2,4563	2,2032	1,9416	1,6382
	185	1 500	3,0474	2,7682	2,5052	2,2436	1,9732	1,6596
		2 000	3,1441	2,8516	2,5762	2,3023	2,0191	1,6908
		1 500	1,4399	1,3799	1,3234	1,2672	1,2091	1,1676
Oțel—Aluminiu, normale		2 000	1,4605	1,3977	1,3385	1,2797	1,2189	1,1754
		2 500	1,4765	1,4115	1,3503	1,2894	1,2265	1,1815
		3 000	1,4902	1,4233	1,3604	1,2977	1,2330	1,1868
	35	3 500	1,5005	1,4322	1,3679	1,3040	1,2379	1,1907
		4 000	1,5096	1,4401	1,3746	1,3095	1,2422	1,1942
		1 500	1,6105	1,5272	1,4488	1,3708	1,2902	1,1967
		2.000	1,6399	1,5526	1,4704	1,3886	1,3041	1,2061
Idem	50	2 500	1,6627	1,5723	1,4872	1,4025	1,3150	1,2135
		3 000	1,6823	1,5893	1,5016	1,4144	1,3243	1,2198
		3 500	1,6970	1,6019	1,5124	1,4234	1,3313	1,2246
		4 000	1,7101	1,6132	1,5220	1,4313	1,3375	1,2288

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oţel—Aluminiu normale	70	1 500	1,8318	1,7184	1,6115	1,5052	1,3954	1,2680
		2 000	1,8730	1,7539	1,6418	1,5302	1,4149	1,2812
		2 500	1,9050	1,7815	1,6653	1,5497	1,4301	1,2916
		3 000	1,9324	1,8052	1,6854	1,5663	1,4432	1,3004
		3 500	1,9529	1,8230	1,7006	1,5788	1,4530	1,3070
		4 000	1,9712	1,8388	1,7140	1,5899	1,4616	1,3129
		4 500	1,9895	1,8546	1,7274	1,6010	1,4703	1,3188
		5 000	2,0055	1,8684	1,7392	1,6107	1,4779	1,3239
		5 500	2,0192	1,8802	1,7493	1,6191	1,4845	1,3284
Idem	95	1 500	2,0948	1,9455	1,8048	1,6650	1,5204	1,3527
		2 000	2,1506	1,9937	1,8459	1,6989	1,5469	1,3707
		2 500	2,1940	2,0312	1,8778	1,7252	1,5675	1,3847
		3 000	2,2313	2,0633	1,9052	1,7479	1,5852	1,3967
		3 500	2,2592	2,0874	1,9257	1,7648	1,5985	1,4057
		4 000	2,2840	2,1089	1,9439	1,7799	1,6103	1,4137
		4 500	2,3088	2,1303	1,9622	1,7949	1,6221	1,4217
		5 000	2,3305	2,1490	1,9781	1,8081	1,6324	1,4287
		5 500	2,3491	2,1651	1,9918	1,8194	1,6413	1,4346
Idem	120	1 500	2,3594	2,1740	1,9994	1,8257	1,6461	1,4380
		2 000	2,4299	2,2349	2,0512	1,8685	1,6797	1,4607
		2 500	2,4848	2,2823	2,0915	1,9018	1,7057	1,4783
		3 000	2,5318	2,3229	2,1261	1,9304	1,7281	1,4935
		3 500	2,5670	2,3533	2,1520	1,9518	1,7448	1,5049
		4 000	2,5984	2,3804	2,1750	1,9708	1,7597	1,5149
		4 500	2,6297	2,4074	2,1981	1,9899	1,7746	1,5250
		5 000	2,6571	2,4311	2,2182	2,0065	1,7877	1,5339
		5 500	2,6806	2,4514	2,2355	2,0208	1,7988	1,5415
Idem	150	1 500	2,6650	2,4379	2,2240	2,0113	1,7914	1,5364
		2 000	2,7531	2,5140	2,2888	2,0648	1,8333	1,5648
		2 500	2,8217	2,5732	2,3392	2,1065	1,8659	1,5869
		3 000	2,8804	2,6240	2,3824	2,1422	1,8938	1,6058
		3 500	2,9490	2,6832	2,4328	2,1838	1,9264	1,6279
		4 000	2,9637	2,6959	2,4436	2,1927	1,9334	1,6326
		4 500	3,0029	2,7297	2,4724	2,2165	1,9520	1,6453
		5 000	3,0371	2,7593	2,4976	2,2373	1,9683	1,6563
		5 500	3,0665	2,7847	2,5192	2,2552	1,9823	1,6658
Idem	185	2 500	3,2044	2,9038	2,6206	2,3390	2,0478	1,7102
		3 000	3,2769	2,9664	2,6739	2,3830	2,0823	1,7336
		3 500	3,3313	3,0133	2,7138	2,4160	2,1081	1,7511
		4 000	3,3796	3,0551	2,7494	2,4453	2,1311	1,7666
		4 500	3,4279	3,0968	2,7849	2,4747	2,1540	1,7822
		5 000	3,4702	3,1333	2,8160	2,5004	2,1741	1,7958
		5 500	3,5064	3,1646	2,8426	2,5224	2,1914	1,8075

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oţel—aluminiu normale	240	2 500	3,7971	3,4157	3,0563	2,6990	2,3295	1,9012
		3 000	3,8912	3,4969	3,1254	2,7561	2,3742	1,9315
		3 500	3,9617	3,5578	3,1773	2,7989	2,4077	1,9542
		4 000	4,0244	3,6119	3,2234	2,8370	2,4375	1,9744
		4 500	4,0870	3,6660	3,2694	2,8750	2,4673	1,9946
		5 000	4,1419	3,7134	3,3098	2,9084	2,4934	2,0122
		5 500	4,1889	3,7540	3,3443	2,9369	2,5157	2,0274
		6 000	4,2359	3,7946	3,3789	2,9655	2,5381	2,0425
Idem	300	5 500	4,9078	4,3748	3,8728	3,3735	2,3574	2,2590
		6 000	4,9665	4,4256	3,9160	3,4092	2,8854	2,2779
		6 500	5,0155	4,4679	3,9520	3,4390	2,9086	2,2937
		7 000	5,0547	4,5017	3,9808	3,4628	2,9273	2,3063
		7 500	5,0939	4,5355	4,0096	3,4866	2,9459	2,3189
Idem	400	5 500	6,1059	5,4095	4,7536	4,1013	3,4269	2,6450
		6 000	6,1842	5,4772	4,8112	4,1489	3,4642	2,6702
		6 500	6,2495	5,5335	4,8592	4,1885	3,4952	2,6913
		7 000	6,3018	5,5787	4,8976	4,2202	3,5200	2,7081
		7 500	6,3540	5,6238	4,9360	4,2520	3,5449	2,7249
Oţel—aluminiu întărite	120	4 000	2,5984	2,3804	2,1750	1,9708	1,7597	1,5149
		4 500	2,6258	2,4041	2,1952	1,9875	1,7728	1,5238
		5 000	2,6532	2,4277	2,2154	2,0041	1,7858	1,5326
		5 500	2,6767	2,4480	2,2326	2,0184	1,7970	1,5402
		6 000	2,6963	2,4650	2,2470	2,0303	1,8063	1,5465
		6 500	2,7159	2,4819	2,2614	2,0422	1,8156	1,5528
		7 000	2,7355	2,4988	2,2758	2,0541	1,8249	1,5591
		7 500	2,7551	2,5157	2,2902	2,0660	1,8342	1,5654
		8 000	2,7707	2,5292	2,3018	2,0755	1,8417	1,5705
		8 500	2,7707	2,5292	2,3018	2,0755	1,8417	1,5705
Idem	150	4 000	2,9539	2,6874	2,4364	2,1868	1,9287	1,6295
		4 500	2,9882	2,7170	2,4616	2,2076	1,9450	1,6405
		5 000	3,0224	2,7466	2,4868	2,2284	1,9613	1,6516
		5 500	3,0518	2,7720	2,5084	2,2463	1,9753	1,6610
		6 000	3,0763	2,7931	2,5264	2,2611	1,9869	1,6689
		6 500	3,1008	2,8143	2,5444	2,2760	1,9985	1,6768
		7 000	3,1253	2,8354	2,5624	2,2909	2,0102	1,6847
		7 500	3,1498	2,8566	2,5804	2,3057	2,0218	1,6926
		8 000	3,1694	2,8735	2,5948	2,3176	2,0311	1,6989
		8 500	3,1840	2,8862	2,6056	2,3266	2,0381	1,7036

Tabelul 4.13 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oţel—aluminiu, întărite	185	4 000	3,3736	3,0498	2,7449	2,4417	2,1282	1,7647
		4 500	3,4158	3,0863	2,7760	2,4674	2,1483	1,7763
		5 000	3,4581	3,1229	2,8071	2,4930	2,1684	1,7919
		5 500	3,4943	3,1542	2,8337	2,5150	2,1856	1,8036
		6 000	3,5245	3,1802	2,8559	2,5334	2,2000	1,8133
		6 500	3,5547	3,2063	2,8781	2,5517	2,2143	1,8231
		7 000	3,5849	3,2324	2,9003	2,5701	2,2287	1,8328
		7 500	3,6151	3,2846	2,9447	2,6068	2,2574	1,8523
		8 000	3,6393	3,2793	2,9403	2,6031	2,2545	1,8503
		8 500	3,6574	3,2950	2,9536	2,6141	2,2631	1,8561
Idem	240	4 000	4,0087	3,5984	3,2118	2,8275	2,4301	1,9693
		4 500	4,0635	3,6457	3,2522	2,8608	2,4562	1,9870
		5 000	4,1184	3,6931	3,2925	2,8941	2,4822	2,0047
		5 500	4,1654	3,7337	3,3270	2,9226	2,5046	2,0198
		6 000	4,2046	3,7675	3,3558	2,9464	2,5232	2,0324
		6 500	4,2437	3,8013	3,3846	2,9702	2,5418	2,0450
		7 000	4,2829	3,8352	3,4134	2,9940	2,5604	2,0577
		7 500	4,3221	3,8690	3,4422	3,0178	2,5791	2,0703
		8 000	4,3534	3,8961	3,4653	3,0368	2,5940	2,0804
		8 500	4,3769	3,9164	3,4826	3,0511	2,6051	2,0880
Idem	300	4 000	4,6923	4,1887	3,7144	3,2427	2,7550	2,1896
		4 500	4,7609	4,2479	3,7648	3,2843	2,7876	2,2116
		5 000	4,8294	4,3071	3,8152	3,3260	2,8202	2,2337
		5 500	4,8882	4,3579	3,8584	3,3616	2,8481	2,2527
		6 000	4,9372	4,4002	3,8944	3,3914	2,8714	2,2684
		6 500	4,9861	4,4425	3,9304	3,4211	2,8947	2,2842
		7 000	5,0351	4,4848	3,9664	3,4509	2,9180	2,3000
		7 500	5,0841	4,5271	4,0024	3,4806	2,9412	2,3158
		8 000	5,1232	4,5609	4,0312	3,5044	2,9599	2,3284
		8 500	5,1526	4,5863	4,0528	3,5223	2,9738	2,3379
Idem	400	4 000	5,8055	5,1501	4,5328	3,9188	3,2842	2,5482
		4 500	5,8970	5,2291	4,6000	3,9744	3,3276	2,5777
		5 000	5,9884	5,3080	4,6672	4,0299	3,3711	2,6071
		5 500	6,0667	5,3757	4,7248	4,0775	3,4083	2,6324
		6 000	6,1320	5,4321	4,7728	4,1171	3,4393	2,6534
		6 500	6,1973	5,4885	4,8208	4,1568	3,4704	2,6744
		7 000	6,2626	5,5449	4,8688	4,1965	3,5014	2,6955
		7 500	6,3279	5,6012	4,9168	4,2361	3,5324	2,7165
		8 000	6,3801	5,6464	4,9552	4,2678	3,5573	2,7333
		8 500	6,4193	5,6802	4,9840	4,2916	3,5759	2,7459

Tabelul 4.14

Coeficientul c de influenţă a reactanţei în calculul pierderilor de tensiune pentru cabluri

Secţiunea [mm²]	U [kV]	Cabluri de cupru, cos φ							Cabluri de aluminiu, cos φ						
		0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	≤1	1,021	1,018	1,015	1,012	1,009	1,007	1,012	1,011	1,010	1,009	1,008	1,004
6		1,029	1,025	1,021	1,018	1,014	1,009	1,018	1,015	1,013	1,011	1,008	1,006
10		1,039	1,034	1,029	1,024	1,018	1,013	1,024	1,021	1,018	1,011	1,011	1,008
16		1,058	1,050	1,043	1,036	1,028	1,019	1,035	1,030	1,026	1,021	1,017	1,011
25		1,089	1,077	1,058	1,054	1,042	1,029	1,054	1,047	1,040	1,033	1,026	1,017
35		1,121	1,104	1,089	1,073	1,057	1,039	1,073	1,062	1,054	1,044	1,035	1,028
50		1,169	1,146	1,124	1,103	1,080	1,054	1,102	1,088	1,075	1,062	1,048	1,033
70		1,232	1,200	1,170	1,141	1,110	1,075	1,140	1,121	1,103	1,085	1,066	1,045
95		1,309	1,267	1,227	1,187	1,147	1,100	1,187	1,161	1,137	1,113	1,089	1,060
120		1,329	1,284	1,242	1,200	1,156	1,106	1,236	1,204	1,173	1,142	1,112	1,076
150		1,483	1,417	1,355	1,294	1,230	1,156	1,292	1,252	1,215	1,177	1,139	1,094
185		1,596	1,515	1,438	1,362	1,283	1,192	1,361	1,311	1,265	1,219	1,171	1,116
240		1,761	1,658	1,560	1,463	1,362	1,245	1,460	1,397	1,338	1,279	1,219	1,148
10	6	1,059	1,051	1,044	1,036	1,028	1,019	1,036	1,031	1,026	1,022	1,017	1,012
16		1,088	1,076	1,065	1,054	1,042	1,028	1,053	1,044	1,039	1,032	1,025	1,017
25		1,123	1,106	1,090	1,070	1,058	1,040	1,074	1,064	1,055	1,045	1,035	1,024
35		1,165	1,142	1,121	1,100	1,078	1,053	1,099	1,086	1,073	1,060	1,047	1,038
50		1,224	1,194	1,165	1,136	1,107	1,072	1,135	1,117	1,100	1,082	1,062	1,044
70		1,303	1,261	1,223	1,183	1,139	1,098	1,183	1,158	1,134	1,111	1,087	1,059
95		1,401	1,346	1,295	1,242	1,190	1,129	1,242	1,209	1,178	1,147	1,115	1,078
120		1,415	1,359	1,305	1,253	1,197	1,134	1,298	1,257	1,219	1,181	1,142	1,096
150		1,600	1,518	1,441	1,365	1,285	1,193	1,362	1,313	1,266	1,220	1,172	1,117
185		1,730	1,631	1,537	1,444	1,347	1,235	1,442	1,381	1,324	1,268	1,210	1,142
240		1,921	1,796	1,677	1,560	1,438	1,297	1,556	1,480	1,409	1,338	1,264	1,179
300		2,022	1,883	1,752	1,621	1,486	1,329	1,617	1,533	1,454	1,375	1,293	1,199

Tabelul 4.14. (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14
10		1,066	1,057	1,048	1,040	1,031	1,021	1,040	1,034	1,029	1,024	1,019	1,013
16		1,098	1,084	1,072	1,059	1,046	1,032	1,059	1,051	1,043	1,036	1,028	1,019
25		1,134	1,116	1,098	1,081	1,064	1,043	1,081	1,070	1,059	1,049	1,038	1,026
35		1,180	1,155	1,132	1,109	1,085	1,058	1,109	1,094	1,080	1,066	1,052	1,041
50		1,243	1,210	1,179	1,148	1,116	1,078	1,147	1,127	1,108	1,089	1,070	1,047
70	10	1,326	1,281	1,239	1,198	1,155	1,105	1,197	1,170	1,144	1,119	1,093	1,063
95		1,426	1,368	1,313	1,258	1,203	1,138	1,257	1,222	1,189	1,156	1,122	1,083
120		1,454	1,383	1,326	1,269	1,211	1,143	1,317	1,274	1,233	1,193	1,151	1,102
150		1,641	1,553	1,471	1,389	1,305	1,206	1,387	1,334	1,284	1,235	1,184	1,125
185		1,770	1,665	1,459	1,379	1,297	1,248	1,466	1,402	1,342	1,282	1,221	1,150
240		1,973	1,841	1,715	1,591	1,463	1,314	1,588	1,507	1,432	1,357	1,279	1,189
300		2,071	1,925	1,787	1,650	1,509	1,345	1,646	1,558	1,475	1,393	1,307	1,208
50		1,373	1,322	1,274	1,226	1,177	1,120	1,225	1,194	1,165	1,136	1,107	1,073
70		1,500	1,431	1,367	1,303	1,237	1,161	1,302	1,261	1,222	1,183	1,143	1,097
95		1,647	1,559	1,476	1,391	1,308	1,209	1,391	1,337	1,287	1,237	1,186	1,126
120	35	1,651	1,562	1,478	1,395	1,309	1,210	1,466	1,403	1,343	1,283	1,222	1,150
150		1,940	1,813	1,692	1,571	1,447	1,303	1,568	1,491	1,418	1,345	1,270	1,183
185		2,130	1,976	1,831	1,687	1,537	1,364	1,683	1,589	1,502	1,415	1,324	1,220
240		2,426	2,233	2,049	1,867	1,679	1,460	1,862	1,744	1,634	1,523	1,410	1,278
300		2,703	2,471	2,252	2,035	1,809	1,549	2,028	1,888	1,759	1,625	1,489	1,331

rezultantei în raport cu același punct. Forțele în acest caz devin sarcini electrice.

$$L = \frac{P_1L_1 + P_2L_2 + \ldots + P_nL_n}{P},$$

$$P = P_1 + P_2 + \ldots + P_n,$$

$$M = PLc.$$

4.5.3. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile, factorul de putere al tuturor sarcinilor cos φ — fig. 4.7

În cazul rețelelor electrice cu sarcini active și reactive cu secțiuni variabile, pentru înlocuirea acestora din punct de vedere a căderii de tensiune cu o rețea electrică de secțiune constantă, se aplică proprietatea de proporționalitate între momentele sarcinilor electrice și secțiuni.

Fig. 4.7. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile, factorul de putere al tuturor sarcinilor cos φ.

$$\frac{M_n}{M'_n} = \frac{P_n l_n c_n}{P_n l'_n c} = \frac{s_n}{s'_n},$$

de unde:

$$l'_n = l_n \frac{c_n s}{c s_n},$$

unde: $l_1, l_2, \ldots, l_n$ sînt lungimile date ale reţelei electrice [m] — fig. 4.7, *a*;

$l'_1, l'_2, \ldots, l'_n$ — lungimile [m] după înlocuirea secţiunii s_n cu secţiunea $s = 50$ mm² — fig. 4.7, *b*;

$s_1, s_2, \ldots, s_n$ — secţiunile iniţiale ale reţelei electrice [mm²];

$s = 50$ mm² este secţiunea după înlocuire.

Înlocuirea porţiunilor de reţea cu secţiunile $s_1, s_2, \ldots, s_n$ şi lungimile $l_1, l_2, \ldots, l_n$ cu o reţea echivalentă de secţiune $s = 50$ mm² şi distanţele între sarcini $l'_1, l'_2, \ldots, l'_n$ este redată în tabelul 4.15.

Momentul sarcinii electrice:

$$M = PL'c,$$

unde: lungimea redusă L' este:

$$L' = \frac{P_1 L'_1 + P_2 L'_2 + \ldots + P_n L'_n}{P};$$

şi

$$P = P_1 + P_2 + \ldots + P_n;$$

$$L'_1 = l'_1;\ L'_2 = l'_1 + l'_2;\ L'_n = l'_1 + l'_2 + \ldots + l'_n.$$

Din tabelele 4.16—4.39 rezultă direct căderea de tensiune [%].

Coeficientul *c* se referă la $s = 50$ mm² şi factorul de putere cos φ.

Tabelul 4.15

Înlocuirea reţelelor electrice de secţiune $s_1, s_2, \ldots, s_n$ şi distanţa dintre sarcini $l_1, l_2, \ldots, l_n$, factor de putere al tuturor sarcinilor cos φ cu o reţea echivalentă din punct de vedere al pierderilor de tensiune şi al circulaţiei de puteri având secţiunile constante, $s = 50$ mm şi distanţa între sarcini $l'_1, l'_2, \ldots, l'_n$

Mărimile iniţiale şi după înlocuire — Reţeaua; — U [kV] — D_m; — Materialul	cos φ	Lungimile echivalente, l'_n, pentru secţiunea s														
		6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Cablu $U \leqslant 1$ kV — Cupru	0,7	7,335	4,401	2,823	1,863	1,370	1,0	0,753	0,589	0,474	0,423	0,369	0,314			
	0,75	7,453	4,511	2,826	1,880	1,876	1,0	0,748	0,582	0,467	0,412	0,357	0,301			
	0,8	7,570	4,541	2,900	2,950	1,384	1,0	0,744	0,575	0,460	0,402	0,346	0,289			
	0,85	7,691	4,642	2,932	1,911	1,390	1,0	0,739	0,566	0,453	0,391	0,334	0,276			
	0,90	7,824	4,713	2,975	1,930	1,398	1,0	0,734	0,559	0,446	0,380	0,321	0,263			
	0,95	7,978	4,806	3,021	1,981	1,408	1,0	0,728	0,549	0,438	0,366	0,306	0,246			
	1,0	8,333	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208			
Cablu $U \leqslant 1$ kV — Aluminiu	0,7	7,698	4,646	2,935	1,913	1,391	1,0	0,737	0,567	0,467	0,391	0,334	0,276			
	0,75	7,774	4,692	2,958	1,925	1,394	1,0	0,735	0,562	0,461	0,383	0,326	0,268			
	0,8	7,853	4,735	2,983	1,935	1,401	1,0	0,732	0,557	0,455	0,377	0,318	0,259			
	0,85	7,933	4,774	3,004	1,945	1,404	1,0	0,730	0,552	0,448	0,369	0,310	0,251			
	0,9	8,015	4,823	3,032	1,958	1,411	1,0	0,726	0,547	0,442	0,362	0,302	0,242			
	0,95	8,115	4,879	3,058	1,969	1,422	1,0	0,723	0,541	0,434	0,353	0,292	0,231			
	1,0	8,333	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208			
Cablu 6 kV — Cupru	0,7	—	4,326	2,778	1,835	1,360	1,0	0,760	0,602	0,482	0,436	0,382	0,327			
	0,75	—	4,401	2,816	1,852	1,366	1,0	0,754	0,594	0,474	0,424	0,369	0,313			
	0,8	—	4,481	2,857	1,871	1,375	1,0	0,750	0,585	0,466	0,412	0,415	0,300			
	0,85	—	4,560	2,899	1,884	1,383	1,0	0,744	0,575	0,460	0,401	0,344	0,286			
	0,9	—	4,643	2,902	1,911	1,391	1,0	0,737	0,566	0,451	0,387	0,329	0,271			
	0,95	—	4,753	2,997	1,940	1,403	1,0	0,732	0,554	0,441	0,371	0,311	0,252			
	1,0	—	5,00	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208			

Tabelul 4.15 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cablu 6 kV — Aluminiu	0,7	—	4,564	2,899	1,892	1,383	1,0	0,744	0,576	0,477	0,400	0,343	0,286
	0,75	—	4,615	2,926	1,875	1,389	1,0	0,741	0,570	0,469	0,392	0,334	0,276
	0,8	—	4,664	2,952	1,918	1,393	1,0	0,736	0,564	0,462	0,384	0,325	0,267
	0,85	—	4,723	3,812	1,932	1,400	1,0	0,733	0,558	0,455	0,376	0,317	0,258
	0,9	—	4,779	3,010	1,945	1,406	1,0	0,730	0,552	0,447	0,367	0,308	0,247
	0,95	—	4,847	3,044	1,962	1,420	1,0	0,725	0,543	0,437	0,357	0,296	0,235
	1,0	—	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
Cablu 10 kV — Cupru	0,7	—	4,288	2,760	1,825	1,356	1,0	0,762	0,604	0,487	0,440	0,385	0,331
	0,75	—	4,368	2,800	1,845	1,364	1,0	0,756	0,595	0,476	0,428	0,372	0,317
	0,8	—	4,444	2,841	1,863	1,372	1,0	0,751	0,586	0,468	0,416	0,334	0,303
	0,85	—	4,530	2,883	1,883	1,380	1,0	0,745	0,577	0,461	0,403	0,325	0,289
	0,9	—	4,620	2,929	1,907	1,389	1,0	0,739	0,567	0,452	0,390	0,314	0,273
	0,95	—	4,736	2,992	1,935	1,402	1,0	0,732	0,556	0,442	0,373	0,313	0,254
	1,0	—	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
Cablu 10 kV — Aluminiu	0,7	—	4,533	2,885	1,885	1,381	1,0	0,745	0,577	0,478	0,403	0,345	0,288
	0,75	—	4,587	2,914	1,899	1,387	1,0	0,741	0,571	0,471	0,395	0,337	0,279
	0,8	—	4,644	2,941	1,911	1,392	1,0	0,737	0,565	0,464	0,386	0,327	0,269
	0,85	—	4,702	2,973	1,927	1,398	1,0	0,734	0,559	0,456	0,378	0,318	0,260
	0,9	—	4,762	3,002	1,940	1,405	1,0	0,730	0,552	0,448	0,369	0,308	0,249
	0,95	—	4,838	3,041	1,960	1,420	1,0	0,725	0,544	0,439	0,351	0,297	0,237
	1,0	—	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,209
Cablu 35 kV — Cupru	0,7	—	—	—	—	—	1,0	0,780	0,632	0,501	0,471	0,419	0,368
	0,75	—	—	—	—	—	1,0	0,773	0,621	0,492	0,457	0,404	0,352
	0,8	—	—	—	—	—	1,0	0,766	0,610	0,483	0,443	0,388	0,335
	0,85	—	—	—	—	—	1,0	0,759	0,597	0,474	0,427	0,372	0,317
	0,9	—	—	—	—	—	1,0	0,751	0,585	0,463	0,410	0,353	0,297
	0,95	—	—	—	—	—	1,0	0,740	0,568	0,450	0,388	0,329	0,272
	1,0	—	—	—	—	—	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
Cablu 35 Vk — Aluminiu	0,7	—	—	—	—	—	1,0	0,759	0,598	0,499	0,427	0,371	0,317
	0,75	—	—	—	—	—	1,0	0,754	0,589	0,490	0,416	0,360	0,304
	0,8	—	—	—	—	—	1,0	0,749	0,582	0,480	0,406	0,348	0,292
	0,85	—	—	—	—	—	1,0	0,744	0,573	0,470	0,395	0,337	0,279
	0,9	—	—	—	—	—	1,0	0,738	0,564	0,460	0,382	0,323	0,265
	0,95	—	—	—	—	—	1,0	0,730	0,552	0,447	0,368	0,307	0,247
	1,0	—	—	—	—	—	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
L.E.A. 1 kV 600 mm Cupru	0,7	5,000	3,211	2,180	1,562	1,245	1,0	0,825	0,712	0,576	0,591	0,547	0,550
	0,75	5,256	3,348	1,866	1,593	1,258	1,0	0,816	0,697	0,564	0,570	0,525	0,523
	0,8	5,534	3,491	2,331	1,631	1,274	1,0	0,807	0,682	0,550	0,549	0,502	0,495
	0,85	5,838	3,668	2,421	1,673	1,291	1,0	0,797	0,663	0,535	0,525	0,476	0,462
	0,9	6,232	3,864	2,529	1,723	1,312	1,0	0,784	0,643	0,517	0,495	0,444	0,423
	0,95	6,760	4,155	2,626	1,793	1,341	1,0	0,766	0,614	0,492	0,455	0,401	0,369
	1,0	8,333	5,000	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
L.E.A. 1 kV 600 mm Aluminiu	0,7	—	—	2,422	1,675	1,292	1,0	0,802	0,667	0,589	0,525	0,475	—
	0,75	—	—	2,487	1,705	1,305	1,0	0,794	0,654	0,573	0,507	0,455	—
	0,8	—	—	2,556	1,737	1,318	1,0	0,786	0,640	0,556	0,488	0,435	—
	0,85	—	—	2,630	1,771	1,332	1,0	0,776	0,625	0,538	0,468	0,414	—
	0,9	—	—	2,716	1,811	1,349	1,0	0,766	0,608	0,517	0,445	0,389	—
	0,95	—	—	2,829	1,863	1,399	1,0	0,751	0,586	0,489	0,414	0,356	—
	1,0	—	—	3,125	2,00	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	—

Tabelul 4.15 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
L.E.A. 6–20 kV 1 500 mm Cupru	0,7	—	—	2,096	1,523	1,226	1,0	0,840	0,736	0,598	0,623	0,585	0,543
	0,75	—	—	2,170	1,557	1,241	1,0	0,831	0,271	0,585	0,602	0,561	0,519
	0,8	—	—	2,251	1,595	1,261	1,0	0,821	0,704	0,570	0,579	0,537	0,492
	0,85	—	—	2,345	1,638	1,275	1,0	0,810	0,684	0,553	0,553	0,508	0,208
	0,9	—	—	2,459	1,691	1,297	1,0	0,796	0,662	0,534	0,521	0,473	0,425
	0,95	—	—	2,619	1,766	1,329	1,0	0,776	0,629	0,806	0,476	0,424	0,372
	1,0	—	—	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
L.E.A. 6–20 kV 1 500 mm Aluminiu	0,7	—	—	2,336	1,658	1,276	1,0	0,856	0,685	0,612	0,553	0,509	—
	0,75	—	—	2,406	1,689	1,289	1,0	0,858	0,671	0,594	0,533	0,487	—
	0,8	—	—	2,480	1,721	1,303	1,0	0,796	0,657	0,576	0,512	0,465	—
	0,85	—	—	2,561	1,756	1,319	1,0	0,785	0,640	0,556	0,490	0,440	—
	0,9	—	—	2,428	1,797	1,338	1,0	0,773	0,621	0,532	0,464	0,412	—
	0,95	—	—	2,782	1,851	1,393	1,0	0,758	0,596	0,502	0,429	0,374	—
	1,0	—	—	3,125	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	—
L.E.A. 6–20 kV 1 500 mm OL–Al	0,7	—	—	—	—	1,277	1,0	0,812	0,685	0,610	0,551	0,538	0,491
	0,75	—	—	—	—	1,250	1,0	0,778	0,649	0,574	0,515	0,498	0,451
	0,8	—	—	—	—	1,305	1,0	0,795	0,656	0,575	0,512	0,489	0,439
	0,85	—	—	—	—	1,321	1,0	0,784	0,639	0,595	0,489	0,463	0,410
	0,9	—	—	—	—	1,339	1,0	0,773	0,620	0,532	0,464	0,429	0,376
	0,95	—	—	—	—	1,394	1,0	0,757	0,595	0,501	0,428	0,386	0,331
	1,0	—	—	—	—	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
L.E.A. 35 kV 3 000 mm Cupru	0,7	—	—	—	1,496	1,215	1,0	0,850	0,751	0,612	0,645	0,608	0,569
	0,75	—	—	—	1,527	1,230	1,0	0,841	0,736	0,599	0,623	0,585	0,544
	0,8	—	—	—	1,568	1,246	1,0	0,831	0,719	0,584	0,600	0,559	0,517
	0,85	—	—	—	1,612	1,265	1,0	0,819	0,697	0,567	0,573	0,530	0,485
	0,9	—	—	—	1,667	1,287	1,0	0,804	0,675	0,546	0,539	0,493	0,446
	0,95	—	—	—	1,745	1,321	1,0	0,783	0,460	0,515	0,491	0,441	0,390
	1,0	—	—	—	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208
L.E.A. 35 kV 3 000 mm Aluminiu	0,7	—	—	—	1,614	1,265	1,0	0,863	0,699	0,626	0,572	—	—
	0,75	—	—	—	1,647	1,279	1,0	0,867	0,684	0,608	0,551	—	—
	0,8	—	—	—	1,682	1,294	1,0	0,800	0,669	0,589	0,530	—	—
	0,85	—	—	—	1,721	1,310	1,0	0,790	0,651	0,568	0,506	—	—
	0,9	—	—	—	1,766	1,319	1,0	0,777	0,630	0,543	0,478	—	—
	0,95	—	—	—	1,828	1,390	1,0	0,761	0,603	0,510	0,440	—	—
	1,0	—	—	—	2,000	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	—	—
L.E.A. 35 kV 3 000 mm OL–Al	0,7	—	—	—	—	1,265	1,0	0,820	0,689	0,627	0,571	0,527	0,482
	0,75	—	—	—	—	1,279	1,0	0,811	0,683	0,609	0,551	0,504	0,458
	0,8	—	—	—	—	1,294	1,0	0,802	0,668	0,590	0,529	0,481	0,434
	0,85	—	—	—	—	1,311	1,0	0,791	0,650	0,569	0,505	0,455	0,406
	0,9	—	—	—	—	1,330	1,0	0,778	0,630	0,544	0,477	0,425	0,373
	0,95	—	—	—	—	1,390	1,0	0,761	0,603	0,510	0,439	0,384	0,330
	1,0	—	—	—	—	1,429	1,0	0,714	0,526	0,416	0,333	0,270	0,208

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]								
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
0,2	2	3	4	7	10	17	27	43	60
0,4	3	5	9	14	21	34	55	85	120
0,6	5	8	13	21	31	51	82	128	180
0,8	7	10	17	27	41	68	109	171	239
1,0	9	13	21	34	51	85	137	214	299
1,2	10	15	26	41	62	103	164	256	359
1,4	12	18	30	48	72	120	191	299	419
1,6	14	21	34	55	82	137	219	342	479
1,8	15	23	38	62	92	154	246	385	539
2,0	17	26	43	68	103	171	274	427	598
2,2	19	28	47	75	113	188	301	470	658
2,4	21	31	51	82	123	205	328	513	718
2,6	22	33	56	89	133	222	356	556	778
2,8	24	36	60	96	144	239	383	598	838
3,0	26	38	64	103	154	256	410	641	898
3,2	27	41	68	109	164	274	438	684	957
3,4	29	44	73	116	174	291	465	727	1017
3,6	31	46	77	123	185	308	492	769	1077
3,8	32	49	81	130	195	325	520	812	1137
4,0	34	51	85	137	205	342	547	855	1197
4,2	36	54	90	144	215	359	574	898	1257
4,4	38	56	94	150	226	376	602	940	1316
4.6	39	59	98	157	236	393	629	983	1376
4,8	41	62	103	164	246	410	637	1026	1436
5,0	43	64	107	171	256	427	684	1069	1496
5,5	47	71	118	188	282	470	752	1175	1646
6,0	51	77	128	205	308	513	821	1282	1795
6,5	56	83	139	222	333	556	889	1389	1945
7,0	60	90	150	239	359	598	957	1496	2094
7,5	64	96	160	256	385	641	1026	1603	2244
8,0	68	103	171	274	410	684	1094	1710	2394
8,5	73	109	182	291	436	727	1163	1817	2543
9,0	77	115	192	308	462	769	1231	1923	2693
9,5	81	122	203	325	487	812	1299	2030	2842
10,0	85	128	214	342	513	855	1368	2137	2992
10,5	90	135	224	359	539	898	1436	2244	3142
11,0	94	141	235	376	564	940	1505	2351	3291
11,5	95	147	246	393	590	983	1573	2458	3441
12,0	103	154	256	410	615	1026	1641	2565	3590

Tabelul 4.16

în sistem trifazat, la tensiunea $U = 127$ V

$= sU^2 \Delta U$ [%]/100 ρ

conductoarelor [mm²]										
50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
85	120	162	205	256	316	410	513	684	855
171	239	325	410	513	633	821	1026	1368	1710
256	359	487	615	769	949	1231	1539	2052	2565
342	479	650	821	1026	1265	1641	2052	2735	3419
427	598	812	1026	1282	1581	2052	2565	3419	4274
513	718	975	1231	1539	1898	2462	3077	4103	5129
598	838	1137	1436	1795	2214	2872	3590	4787	5984
684	957	1299	1641	2052	2530	3283	4103	5471	6839
769	1077	1462	1846	2308	2847	3693	4616	6155	7694
855	1197	1624	2052	2565	3163	4103	5129	6839	8548
940	1316	1787	2257	2821	3479	4514	5642	7523	9403
1026	1436	1949	2462	3077	3795	4924	6155	8206	10258
1111	1556	2111	2667	3334	4112	5334	6668	8890	11113
1197	1675	2274	2872	3590	4428	5744	7181	9574	11968
1282	1795	2436	3077	3847	4744	6155	7694	10258	12823
1368	1915	2599	3283	4103	5061	6565	8206	10942	13677
1453	2035	2761	3488	4360	5377	6975	8719	11626	14532
1539	2154	2924	3693	4616	5693	7386	9232	12310	15387
1624	2274	3086	3898	4873	6009	7796	9745	12994	16242
1710	2394	3248	4103	5129	6326	8206	10258	13677	17097
1795	2513	3411	4308	5385	6642	8617	10771	14361	17952
1881	2633	3573	4514	5642	6958	9027	11284	15045	18806
1966	2753	3736	4719	5898	7275	9437	11797	15729	19661
2052	2872	3898	4924	6155	7591	9848	12310	16413	20516
2137	2992	4060	5129	6411	7907	10258	12823	17097	21371
2351	3291	4467	5642	7052	8698	11284	14105	18806	23508
2565	3590	4873	6155	7694	9489	12310	15387	20516	25645
2778	3889	5279	6668	8335	10279	13335	16669	22226	27782
2992	4189	5685	7181	8976	11070	14361	17952	23935	29919
3206	4488	6091	7694	9617	11861	15387	19234	25645	32056
3419	4787	6497	8206	10258	12652	16413	20516	27355	34193
3633	5086	6903	8719	10899	13442	17439	21798	29064	36331
3847	5385	7309	9232	11540	14233	18464	23081	30774	38468
4060	5685	7715	9745	12181	15024	19490	24363	32484	40605
4274	5984	8121	10258	12823	15814	20513	25645	34193	42742
4488	6283	8527	10771	13464	16605	21542	26927	35903	44879
4702	6582	8933	11284	14105	17396	22568	28210	37613	47016
4915	6881	9339	11797	14746	18187	23593	29492	39322	49153
5129	7181	9745	12310	15387	18977	24619	30774	41032	51290

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru în

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea									
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
0,2	5	8	13	21	31	51	82	128	180	257
0,4	10	15	26	41	62	103	164	257	359	513
0,6	15	23	38	62	92	154	246	385	539	770
0,8	21	31	51	82	123	205	328	513	718	1026
1,0	26	38	64	103	154	257	410	641	898	1283
1,2	31	46	77	123	185	308	493	770	1077	1539
1,4	36	54	90	144	215	359	575	898	1257	1796
1,6	41	62	103	164	246	410	657	1026	1437	2052
1,8	46	69	115	185	277	462	739	1154	1616	2309
2,0	51	77	128	205	308	513	821	1283	1796	2565
2,2	56	85	141	226	339	564	903	1411	1975	2822
2,4	62	92	154	246	369	616	985	1539	2155	3078
2,6	67	100	167	267	400	667	1067	1667	2334	3335
2,8	72	108	180	287	431	718	1149	1796	2514	3591
3,0	77	115	192	308	462	770	1231	1924	2693	3848
3,2	82	123	205	328	493	821	1313	2052	2873	4104
3,4	87	131	218	349	523	872	1395	2180	3053	4461
3,6	92	139	231	369	554	923	1478	2309	3232	4617
3,8	97	146	244	390	585	975	1560	2437	3412	4874
4,0	103	154	257	410	616	1026	1642	2565	3591	5130
4,2	108	162	269	431	646	1077	1724	2693	3771	5387
4,4	113	169	282	451	677	1129	1806	2822	3950	5643
4,6	118	177	295	472	708	1180	1888	2950	4130	5900
4,8	123	185	308	493	739	1231	1970	3078	4310	6156
5,0	128	192	321	513	770	1283	2052	3206	4489	6413
5,5	141	212	353	564	847	1411	2257	3527	4938	7054
6,0	154	231	385	616	923	1539	2463	3848	5387	7696
6,5	167	250	417	667	1000	1667	2668	4168	5836	8337
7,0	180	269	449	718	1077	1796	2873	4489	6285	8978
7,5	192	289	481	770	1154	1924	3078	4810	6734	9619
8,0	205	308	513	821	1231	2052	3283	5130	7183	10261
8.5	218	327	545	872	1308	2180	3489	5451	7631	10902
9,0	231	346	577	923	1385	2309	3694	5772	8080	11543
9.5	244	366	609	975	1462	2437	3899	6092	8529	12185
10,0	257	385	641	1026	1539	2565	4104	6413	8978	12826
10,5	269	404	673	1077	1616	2693	4310	6734	9427	13467
11,0	282	423	705	1129	1693	2822	4515	7054	9876	14109
11,5	295	442	737	1180	1770	2950	4720	7375	10325	14750
12,0	308	462	770	1231	1847	3078	4925	7696	10774	15391

sistem trifazat, la tensiunea $U = 220$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

conductoareor [mm²]

70	95	120	150	185	240	300	400	500
359	487	616	770	949	1231	1539	2052	2565
718	975	1231	1539	1898	2463	3078	4104	5130
1077	1462	1847	2309	2847	3694	4617	6156	7696
1437	1950	2463	3078	3796	4925	6156	8209	10261
1796	2437	3078	3848	4746	6156	7696	10261	12826
2155	2924	3694	4617	5695	7388	9235	12313	15391
2514	3412	4310	5387	6644	8619	10774	14365	17956
2873	3899	4925	6156	7593	9850	12313	16417	20522
3232	4386	5541	6926	8542	11082	13852	18469	23087
3591	4874	6156	7696	9491	12313	15391	20522	25652
3950	5361	6772	8465	10440	13544	16930	22574	28217
4310	5849	7388	9235	11389	14776	18469	24626	30782
4669	6336	8003	10004	12339	16007	20009	26678	33348
5028	6823	8619	10774	13288	17238	21548	28730	35913
5387	7311	9235	11543	14237	18469	23087	30782	38478
5746	7798	9850	12313	15186	19701	24626	32835	41043
6105	8286	10466	13083	16135	20932	26165	34887	43608
6464	8773	11082	13852	17084	22163	27704	36939	46174
6823	9260	11697	14622	18033	23395	29243	38991	48739
7183	9748	12313	15391	18982	24626	30782	41043	51304
7542	10235	12929	16161	19932	25857	32322	43095	53869
7901	10723	13544	16930	20881	27089	33861	45148	56434
8260	11210	14160	17700	21830	28320	35400	47200	59000
8619	11697	14776	18469	22779	29551	36939	49252	61565
8978	12185	15391	19239	23728	30782	38478	51304	64130
9876	13403	16930	21163	26101	33861	42326	56434	70543
10774	14622	18469	23087	28474	36939	46174	61565	76956
11672	15840	20009	25011	30847	40017	50021	66695	83369
12569	17059	21548	26935	33219	43095	53869	71826	89782
13467	18277	23087	28858	35592	46174	57717	76956	96195
14365	19496	24626	30782	37965	49252	61565	82086	102608
15263	20714	26165	32706	40338	52330	65413	87217	109021
16161	21932	27704	34630	42711	55408	69260	92347	115434
17059	23151	29243	36554	45083	58487	73108	97478	121847
17956	24369	30782	38478	47456	61565	76956	102608	128260
18854	25588	32322	40402	49829	64643	80804	107738	134673
19752	26806	33861	42326	52202	67721	84652	112869	141086
20650	28025	35400	44250	54575	70800	88499	117999	147499
21548	29243	36939	46174	56947	73878	92347	123130	153912

Tabelul 4.18

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru

în sistem trifazat, la tensiunea $U = 380$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]										
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
0,2	15	23	38	61	92	153	245	383	536	565	1071
0,4	31	46	77	122	184	306	490	765	1071	1131	2143
0,6	46	69	115	184	276	459	735	1148	1607	1696	3214
0,8	61	92	153	245	367	612	980	1531	2143	2261	4286
1,0	77	115	191	306	459	765	1225	1913	2679	2827	5357
1,2	92	138	230	367	551	918	1469	2296	3214	3392	6429
1,4	107	161	268	429	643	1071	1714	2679	3750	3957	7500
1,6	122	184	306	490	735	1225	1959	3061	4286	4523	8572
1,8	138	207	344	551	827	1378	2204	3444	4822	5088	9643
2,0	153	230	383	612	918	1531	2449	3827	5357	5653	10714
2,2	168	253	421	673	1010	1684	2694	4209	5893	6219	11786
2,4	184	276	459	735	1102	1837	2939	4592	6429	6784	12857
2,6	199	298	497	796	1194	1990	3184	4975	6964	7349	13929
2,8	214	321	536	857	1286	2143	3429	5357	7500	7914	15000
3,0	230	344	574	918	1378	2296	3674	5740	8036	8480	16072
3,2	245	367	612	980	1469	2449	3918	6123	8572	9045	17143
3,4	260	390	651	1041	1561	2602	4163	6505	9107	9610	18215
3,6	276	413	689	1102	1653	2755	4408	6888	9643	10176	19286
3,8	291	436	727	1163	1745	2908	4653	7271	10179	10741	20358
4,0	306	459	765	1225	1837	3061	4898	7653	10714	11306	21429
4,2	321	482	804	1286	1929	3214	5143	8036	11250	11872	22500
4,4	337	505	842	1347	2020	3367	5388	8419	11786	12437	23572
4,6	352	528	880	1408	2112	3520	5633	8801	12322	13002	24643
4,8	367	551	918	1469	2204	3674	5878	9184	12857	13568	25715
5,0	383	574	957	1531	2296	3827	6123	9566	13393	14133	26786
5,5	421	631	1052	1684	2526	4209	6735	10523	14732	15546	29465
6,0	459	689	1148	1837	2755	4592	7347	11480	16072	16960	32143
6,5	497	746	1244	1990	2985	4975	7959	12436	17411	18373	34822
7,0	536	804	1339	2143	3214	5357	8572	13393	18750	19786	37501
7,5	574	861	1435	2296	3444	5740	9184	14350	20090	21199	40179
8,0	612	918	1531	2449	3674	6123	9796	15306	21429	22613	42858
8,5	651	976	1626	2602	3903	6505	10408	16263	22768	24026	45537
9,0	689	1033	1722	2755	4133	6888	11021	17220	24108	25439	48215
9,5	727	1091	1818	2908	4362	7271	11633	18176	25447	26853	50894
10,0	765	1148	1913	3061	4592	7653	12245	19133	26786	28266	53572
10,5	804	1205	2009	3214	4822	8036	12857	20090	28125	29679	56251
11,0	842	1263	2105	3367	5051	8419	13470	21046	29465	31093	58930
11,5	880	1320	2200	3520	5281	8801	14082	22003	30804	32506	61608
12,0	918	1378	2296	3674	5510	9184	14694	22960	32143	33919	64287

Secțiunea conductoarelor [mm²]							
95	120	150	185	240	300	400	500
1454	1837	2296	2832	3674	4592	6123	7653
2908	3674	4592	5663	7347	9184	12245	15306
4362	5510	6888	8495	11021	13776	18368	22960
5816	7347	9184	11327	14694	18368	24490	30613
7271	9184	11480	14158	18368	22960	30613	38266
8725	11021	13776	16990	22041	27552	36735	45919
10179	12857	16072	19822	25715	32143	42858	53572
11633	14694	18368	22653	29388	36735	48980	61226
13087	16531	20664	25485	33062	41327	55103	68879
14541	18368	22960	28317	36735	45919	61226	76532
15995	20204	25256	31145	40409	50511	67348	84185
17449	22041	27552	33980	44082	55103	73471	91838
18903	23878	29847	36812	47756	59695	79593	99492
20358	25715	32143	39644	51429	64287	85716	107145
21812	27552	34439	42475	55103	68879	91838	114798
23266	29388	36735	45307	58777	73471	97961	122451
24720	31225	39031	48139	62450	78063	104084	130104
26174	33062	41327	50970	66124	82655	110206	137758
27628	34899	43623	53802	69797	87246	116329	145411
29082	36735	45919	56634	73471	91838	122451	153064
30536	38572	48215	59465	77144	96430	128574	160717
31990	40409	50511	62297	80818	101022	134696	168370
33444	42246	52807	65129	84491	105614	140819	176024
34899	44082	55103	67960	88165	110206	146941	183677
36353	45919	57399	70792	91838	114798	153064	191330
39988	50511	63139	77871	101022	126278	168370	210463
43623	55103	68879	84951	110206	137758	183677	229596
47259	59695	74619	92030	119390	149237	198983	248729
50894	64287	80359	99109	128574	160717	214290	267862
54529	68879	86098	106188	137758	172197	229596	286995
58164	73471	91838	113267	146941	183677	244902	306128
61800	78063	97578	120347	156125	195157	260209	325261
65435	82655	103318	127426	165309	206636	275515	344394
69070	87246	109058	134505	174493	218116	290822	363527
72705	91838	114798	141584	183677	229596	306128	382660
76341	96430	120538	148663	192861	241076	321434	401793
79976	101022	126278	155743	202044	252556	336741	420926
83611	105614	132018	162822	211228	264035	352047	440059
87246	110206	137758	169901	220412	275515	367354	459192

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]									
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
0,2	26	40	66	106	159	265	424	662	927	1325
0,4	53	79	132	212	318	530	848	1325	1855	2650
0,6	79	119	199	318	477	795	1272	1987	2782	3975
0,8	106	159	265	424	636	1060	1696	2650	3710	5300
1,0	132	199	331	530	795	1325	2120	3312	4637	6625
1,2	159	238	397	636	954	1590	2544	3975	5565	7950
1,4	185	278	464	742	1113	1855	2968	4637	6492	9275
1,6	212	318	530	848	1272	2120	3392	5300	7420	10600
1,8	238	358	596	954	1431	2385	3816	5962	8347	11925
2,0	265	397	662	1060	1590	2650	4240	6625	9275	13250
2,2	291	437	729	1166	1749	2915	4664	7287	10202	14575
2.4	318	477	795	1272	1908	3180	5088	7950	11130	15900
2,6	344	517	861	1378	2067	3445	5512	8612	12057	17225
2,8	371	556	927	1484	2226	3710	5936	9275	12985	18550
3,0	397	596	994	1590	2385	3975	6360	9937	13912	19875
3,2	424	636	1060	1696	2544	4240	6784	10600	14840	21200
3,4	450	676	1126	1802	2703	4505	7208	11262	15767	22525
3,6	477	715	1192	1908	2862	4770	7632	11925	16695	23850
3,8	503	755	1259	2014	3021	5035	8056	12587	17622	25175
4,0	530	795	1325	2120	3180	5300	8480	13250	18550	26500
4,2	556	835	1391	2226	3339	5565	8904	13912	19477	27825
4,4	583	874	1457	2332	3498	5830	9328	14575	20405	29150
4,6	609	914	1524	2438	3657	6097	9752	15237	21332	30475
4,8	636	954	1590	2544	3816	6360	10176	15900	22260	31800
5,0	662	994	1656	2650	3975	6625	10600	16562	23187	33125
5,5	729	1093	1822	2915	4372	7287	11660	18219	25506	36437
6,0	795	1192	1987	3180	4770	7950	12720	19875	27825	39750
6,5	861	1292	2153	3445	5167	8612	13780	21531	30144	43062
7,0	927	1391	2319	3710	5565	9275	14840	23187	32462	46375
7,5	994	1491	2484	3975	5962	9937	15900	24844	34781	49687
8,0	1060	1590	2650	4240	6360	10600	16960	26500	37100	53000
8,5	1126	1689	2816	4505	6757	11262	18020	28156	39419	56312
9,0	1192	1789	2981	4770	7155	11925	19080	29812	41737	59625
9,5	1259	1888	3147	5035	7552	12587	20140	31469	44056	62937
10,0	1325	1987	3312	5300	7950	13250	21200	33125	46375	66250
10,5	1391	2087	3478	5565	8347	13912	22260	34781	48694	69562
11,0	1457	2186	3644	5830	8745	14575	23320	36437	51012	72875
11,5	1524	2286	3809	6095	9142	15237	24380	38094	53331	76187
12,0	1590	2385	3975	6360	9540	15900	25440	39750	55650	79500

Tabelul 4.19

în sistem trifazat, la tensiunea $U = 500$ V

$sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

conductoarelor [mm²]									
70	95	120	150	185	240	300	400	500
1855	2517	3180	3975	4902	6360	7950	10600	13250
3710	5035	6360	7950	9805	12720	15900	21200	26500
5565	7552	9540	11925	14707	19080	23850	31800	39750
7420	10070	12720	15900	19610	25440	31800	42400	53000
9275	12587	15900	19875	24512	31800	39750	53000	66250
11130	15105	19080	23850	29415	38160	47700	63600	79500
12985	17622	22260	27825	34317	44520	55650	74200	92750
14840	20140	25440	31800	39220	50880	63600	84800	106000
16695	22657	28620	35775	44122	57240	71550	95400	119250
18550	25175	31800	39750	49025	63600	79500	106000	132500
20405	27692	34980	43725	53927	69960	87450	116600	145750
22260	30210	38160	47700	58830	76320	95400	127200	159000
24115	32727	41340	51675	63732	82680	103350	137800	172250
25970	35245	44520	55650	68635	89040	111300	148400	185500
27825	37762	47700	59625	73537	95400	119250	159000	198760
29680	40280	50880	63600	78440	101760	127200	169600	212000
31535	42797	54060	67575	83342	108120	135150	180200	225250
33390	45315	57240	71550	88245	114480	143100	190800	238500
35245	47832	60420	75525	93147	120840	151050	201400	251750
37100	50350	63600	79500	98050	127200	159000	212000	265000
38955	52867	66780	83475	102952	133560	166950	222600	278250
40810	55385	69960	87450	107855	139920	174900	233200	291500
42665	57902	73140	91425	112757	146280	182850	243800	304750
44520	60420	76320	95400	117660	152640	190800	254400	318000
46375	62937	79500	99375	122562	159000	198750	265000	331250
51012	69231	87450	109312	134819	174900	218625	291500	364375
55650	75525	95400	119250	147075	190800	238500	318000	397500
60287	81819	103350	129187	159331	206700	258375	344500	430625
64925	88112	111300	139125	171587	222600	278250	371000	463750
69562	94406	119250	149062	183844	238500	298125	397500	496875
74200	100700	127200	159000	196100	254400	318000	424000	530000
78837	106994	135150	168937	208356	270300	337875	450500	563125
83475	113287	143100	178875	220612	286200	357750	477000	596250
88112	119581	151050	188812	232869	302100	377625	503500	629375
92750	125875	159000	198750	245125	318000	397500	530000	662500
97387	132169	166950	208687	257381	333900	417375	556500	695625
102025	138462	174900	218625	269638	349800	437250	583000	728750
106662	144756	182850	228562	281894	365700	457125	609500	761875
111300	151050	190800	238500	294150	381600	477000	636000	795000

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]									
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
0,2	46	69	115	185	277	462	739	1154	1616	2309
0,4	92	139	231	369	554	923	1478	2309	3232	4617
0,6	139	208	346	554	831	1385	2216	3463	4848	6926
0,8	185	277	462	739	1108	1847	2955	4617	6464	9235
1,0	231	346	577	923	1385	2309	3694	5772	8080	11543
1,2	277	416	693	1108	1662	2770	4433	6926	9696	13852
1,4	323	485	808	1293	1939	3232	5171	8080	11313	16161
1,6	369	554	923	1478	2216	3694	5910	9235	12929	18469
1,8	416	623	1039	1662	2493	4156	6649	10389	14545	20778
2,0	462	693	1154	1847	2770	4617	7388	11543	16161	23087
2,2	508	762	1270	2032	3047	5079	8127	12698	17777	25395
2,4	554	831	1385	2216	3324	5541	8865	13852	19393	27704
2,6	600	900	1501	2401	3602	6003	9604	15006	21009	30013
2,8	646	970	1616	2586	3879	6464	10343	16161	22625	32322
3,0	693	1039	1732	2770	4156	6926	11082	17315	24241	34630
3,2	739	1108	1847	2955	4433	7388	11820	18469	25857	36939
3,4	785	1177	1962	3140	4710	7850	12559	19624	27473	39248
3,6	831	1247	2078	3324	4987	8311	13298	20778	29087	41556
3,8	877	1316	2193	3509	5264	8773	14037	21932	30705	43865
4,0	923	1385	2309	3694	5541	9235	14776	23087	32322	46174
4,2	970	1454	2424	3879	5818	9696	15514	24241	33938	48482
4,4	1016	1524	2540	4063	6095	10158	16253	25395	35554	50791
4,6	1062	1593	2655	4248	6372	10620	16992	26550	37170	53100
4,8	1108	1662	2770	4433	6649	11082	17731	27704	38786	55408
5,0	1154	1732	2886	4617	6926	11543	18469	28858	40402	57717
5,5	1270	1905	3174	5079	7619	12698	20316	31744	44442	63489
6,0	1385	2078	3463	5541	8311	13852	22163	34630	48482	69260
6,5	1501	2251	3752	6003	9004	15006	24010	37516	52522	75032
7,0	1616	2424	4040	6464	9696	16161	25857	40402	56563	80804
7,5	1732	2597	4329	6926	10389	17315	27704	43288	60603	86575
8,0	1847	2770	4617	7388	11082	18469	29551	46174	64643	92347
8,5	1962	2944	4906	7850	11774	19624	31398	49059	68683	98119
9,0	2078	3117	5195	8311	12467	20778	33245	51945	72723	103891
9,5	2193	3290	5433	8773	13159	21932	35092	54831	76764	109662
10,0	2309	3463	5772	9235	13852	23087	36939	57717	80804	115434
10,5	2424	3636	6060	9696	14545	24241	38786	60603	84844	121206
11,0	2540	3809	6349	10158	15237	25395	40633	63489	88884	126977
11,5	2655	3982	6637	10620	15930	26550	42480	66375	92924	132749
12,0	2770	4156	6926	11082	16622	27704	44327	69260	96965	138521

Tabelul 4.20

în sistem trifazat, la tensiunea $U = 660$ V

$sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

conductoarelor [mm²]									
70	95	120	150	185	240	300	400	500
3232	4386	5541	6926	8542	11082	13852	18469	23087
6464	8773	11082	13852	17084	22163	27704	36939	46174
9696	13159	16622	20778	25626	33245	41556	55408	69260
12929	17546	22163	27704	34168	44327	55408	73878	92347
16161	21932	27704	34630	42711	55408	69260	92347	115434
19393	26319	33245	41556	51253	66490	83112	110817	138521
22625	30705	38786	48482	59795	77572	96965	129286	161608
25857	35092	44327	55408	68337	88653	110817	147756	184694
29089	39478	49867	62334	76879	99735	124669	166225	207781
32322	43865	55408	69260	85421	110817	138521	184694	230868
35554	48251	60949	76186	93963	121898	152373	203164	253955
38786	52638	66490	83112	102505	132980	166225	221633	277042
42018	57024	72031	90039	111048	144062	180077	240103	300128
45250	61411	77572	96965	119590	155143	193929	258572	323215
48482	65797	83112	103891	128132	166225	207781	277042	346302
51714	70184	88653	110817	136674	177307	221633	295511	369389
54947	74570	94194	117743	145216	188388	235485	313981	392476
58179	78957	99735	124669	153758	199470	249337	332450	415562
61411	83343	105276	131595	162300	210552	263190	350919	438649
64643	87730	110817	138521	170842	221633	277042	369389	461786
67875	92116	116357	145447	179384	232715	290894	387858	484823
71107	96503	121898	152373	187927	243797	304746	406328	507910
74339	100889	127439	159299	196469	254878	318598	424797	530996
77572	105276	132980	166225	205011	265960	332450	443267	554083
80804	109662	138521	173151	213553	277042	346302	461736	577170
88884	120629	152373	190466	234908	304746	380932	507910	634887
96965	131595	166225	207781	256263	332450	415562	554083	692604
105045	142561	180077	225096	277619	360154	450193	600257	750321
113125	153527	193929	242411	298974	387858	484823	646430	808038
121206	164493	207781	259726	320329	415562	519453	692604	865755
129286	175460	221633	277042	341685	443267	554083	738778	923472
137366	186426	235485	294357	363040	470971	588713	789451	981139
145447	197392	249337	311672	384395	498675	623344	831125	1038910
153527	208358	263190	328987	405751	526379	657974	877298	1096620
161608	219325	277042	346302	427106	554083	692604	923472	1154340
169688	230291	290894	363617	448461	581787	727234	969646	1212060
177768	241257	304746	380932	469816	609492	761864	1015820	1269770
185849	252223	318598	398247	491172	637196	796495	1061990	1327490
193929	263190	332450	415562	512527	664900	831125	1108170	1385210

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru în

$M = PL_c =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea									
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
0,2	106	159	265	424	636	1060	1696	2650	3710	5300
0,4	212	318	530	848	1272	2120	3392	5300	7420	10600
0,6	318	477	795	1272	1908	3130	5088	7950	11130	15900
0,8	424	636	1060	1696	2544	4240	6784	10600	14840	21200
1,0	530	795	1325	2120	3180	5300	8480	13250	18550	26500
1,2	636	954	1590	2544	3816	6360	10176	15900	22260	31800
1,4	742	1113	1855	2968	4452	7420	11872	18550	25970	37100
1,6	848	1272	2120	3392	5088	8480	13568	21200	29680	42400
1,8	954	1431	2385	3816	5724	9540	15264	23850	33390	47700
2,0	1060	1590	2650	4240	6360	10600	16960	26500	37100	53000
2,2	1166	1749	2915	4664	6996	11660	18656	29150	40810	58300
2,4	1272	1908	3180	5088	7632	12720	20352	31800	44520	63600
2,6	1378	2067	3445	5512	8268	13780	22048	34450	48230	68900
2,8	1484	2226	3710	5936	8904	14840	23744	37100	51940	74200
3,0	1590	2385	3975	6360	9540	15900	25440	39750	55650	79500
3,2	1696	2544	4240	6784	10176	16960	27136	42400	59360	84800
3,4	1802	2703	4505	7208	10812	18020	28832	45050	63070	90100
3,6	1908	2862	4770	7632	11448	19080	30528	47700	66780	95400
3,8	2014	3021	5035	8056	12084	20140	32224	50350	70490	100700
4,0	2120	3180	5300	8480	12720	21200	33920	53000	74200	106000
4,2	2226	3339	5565	8904	13356	22260	35616	55650	77910	111300
4,4	2332	3498	5830	9328	13992	23320	37312	58300	81620	116600
4,6	2438	3657	6095	9752	14628	24380	39008	60950	85330	121900
4,8	2544	3816	6360	10176	15264	25440	40704	63600	89040	127200
5,0	2650	3975	6625	10600	15900	26500	42400	66250	92750	132500
5,5	2915	4372	7287	11660	17490	29150	46640	72875	102025	145750
6,0	3180	4770	7950	12720	19080	31800	50880	79500	111300	159000
6,5	3445	5167	8612	13780	20670	34450	55120	86125	120575	172250
7,0	3710	5565	9275	14840	22260	37100	59360	92750	129850	185500
7,5	3975	5962	9937	15900	23850	39750	63600	99375	139125	189750
8,0	4240	6360	10600	16960	25440	42400	67840	106000	148400	212000
8,5	4505	6757	11262	18020	27030	45050	72080	112625	157675	225250
9,0	4770	7155	11925	19080	28620	47700	76320	119250	166950	238500
9,5	5035	7552	12587	20140	30210	50350	80560	125875	176225	251750
10,0	5300	7950	13250	21200	31800	53000	84800	132500	185500	265000
10,5	5565	8347	13912	22260	33390	55650	89040	139125	194775	278250
11,0	5830	8745	14575	23320	34980	58300	93280	145750	204050	291500
11,5	6095	9142	15237	24380	36570	60950	97520	152375	213325	304750
12,0	6360	9540	15900	25440	38160	63600	101760	159000	222600	318000

Tabelul 4.21

sistem trifazat la tensiunea $U = 1000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

conductoarelor [mm²]

70	95	120	150	185	240	300	400	500
7420	10070	12720	15900	19610	25440	31800	42400	53000
14840	20140	25440	31800	39220	50880	63600	84800	106000
22260	30210	38160	47700	58830	76320	95400	127200	159000
29680	40280	50880	63600	78440	101760	127200	169600	212000
37100	50350	63600	79500	98050	127200	159000	212000	265000
44520	60420	76320	95400	117660	152640	190800	254400	318000
51940	70490	89040	111300	137270	178080	222600	296800	371000
59360	80560	101760	127200	156880	203520	254400	339200	424000
66780	90630	114480	143100	176490	228960	286200	381600	477000
74200	100700	127200	159000	196100	254400	318000	424000	530000
81620	110770	139920	174900	215710	279840	349800	466400	583000
89040	120840	152640	190800	235320	305280	381600	508800	636000
96460	130910	165360	206700	254930	330720	413400	551200	689000
103880	140980	178080	222600	274540	356160	445200	593600	742000
111300	151050	190800	238500	294150	381600	477000	636000	795000
118720	161120	203520	254400	313760	407040	508800	678400	848000
126140	171190	216240	270300	333370	432480	540600	720800	901000
133560	181260	228960	286200	352980	457920	572400	763200	9540000
140980	191830	241680	302100	372590	483360	604200	805600	1007000
148400	201400	254400	318000	392200	508800	636000	848000	1060000
155820	211470	267120	333900	411810	534240	667800	890400	1113000
163240	221540	279840	349800	431420	559680	699600	932800	1166000
170660	231610	292560	365700	451030	585120	731400	975200	1219000
178080	241680	305280	381600	470640	610560	763200	1017600	1272000
185500	251750	318000	397500	490250	636000	795000	1060000	1325000
204050	276925	349800	437250	539275	699600	874500	1166000	1457500
222600	302100	381600	477000	588300	763200	954000	1272000	1590000
241150	327275	413400	516750	637325	826800	1033500	1378000	1722500
259700	352450	445200	556500	686350	890400	1113000	1484000	1855000
278250	377625	477000	596250	735375	954000	1192500	1590000	1987500
296800	402800	508800	636000	784400	1017600	1272000	1696000	2120000
315350	427975	540600	675750	833425	1081200	1351500	1802000	2252500
333900	453150	572400	715500	882450	1144800	1431000	1908000	238500
352450	478325	604200	755250	931475	1203400	1510500	2014000	2517500
371000	503500	636000	795000	980500	1272000	1590000	2120000	2650000
389550	528675	667800	834750	1029530	1335600	1669500	2226000	2782500
408100	553850	699600	874500	1078550	1399200	1749000	2332000	2915000
426650	579025	731400	914250	1127530	1462800	1828500	2438000	3047500
445200	604200	763200	954000	1176600	1526400	1908000	2544000	3180000

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru în sistem trifazat, la tensiunea $U = 3000$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

Tabelul 4.22

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]												
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	15	24	33	48	67	91	114	143	176	229	286	382	477
0,4	31	48	67	95	134	181	229	286	353	458	572	763	954
0,6	46	72	100	143	200	272	343	429	529	687	859	1145	1431
0,8	61	95	134	191	267	363	458	572	706	916	1145	1526	1908
1,0	76	119	167	238	334	453	572	715	882	1145	1431	1908	2385
1,2	92	143	200	286	401	544	687	859	1059	1374	1717	2290	2862
1,4	107	167	234	334	467	634	801	1002	1235	1603	2003	2671	3339
1,6	122	191	267	382	534	725	916	1145	1412	1832	2290	3053	3816
1,8	137	215	300	429	601	816	1030	1288	1588	2061	2576	3434	4293
2,0	153	238	334	477	668	906	1145	1431	1765	2290	2862	3816	4770
2,2	168	262	367	525	735	997	1259	1574	1941	2519	3148	4198	5247
2,4	183	286	401	572	801	1088	1374	1717	2118	2748	3434	4579	5724
2,6	198	310	434	620	868	1178	1488	1860	2294	2976	3721	4961	6201
2,8	214	334	467	668	935	1269	1603	2003	2471	3205	4007	5432	6678
3,0	229	358	501	715	1002	1359	1717	2146	2647	3434	4293	5724	7155
3,2	244	382	534	763	1068	1450	1832	2290	2824	3663	4579	6106	7632
3,4	259	405	568	811	1135	1541	1946	2433	3000	3892	4865	6487	8109
3,6	275	429	601	859	1202	1631	2061	2576	3177	4121	5152	6869	8586
3,8	290	453	634	906	1269	1722	2175	2719	3353	4350	5438	7250	9063
4,0	305	477	668	954	1336	1813	2290	2862	3530	4579	5724	7632	9540
4,2	321	501	701	1002	1402	1903	2404	3005	3706	4808	6010	8014	10017
4,4	336	525	735	1049	1469	1994	2519	3148	3883	5037	6295	8395	10494
4,6	351	549	768	1097	1536	2084	2633	3291	4059	5266	6583	8777	10971
4,8	366	572	801	1145	1603	2175	2748	3434	4236	5495	6869	9158	11448
5,0	382	596	835	1192	1669	2266	2862	3477	4412	5724	7155	9540	11925
5,5	420	656	918	1312	1836	2492	3148	3935	4853	6296	7870	10494	13117
6,0	458	715	1002	1431	2003	2719	3434	4293	5295	6869	8586	11448	14310
6,5	496	775	1085	1550	2170	2945	3721	4651	5736	7441	9301	12402	15502
7,0	534	835	1169	1669	2337	3172	4007	5008	6177	8014	10017	13356	16695
7,5	572	894	1252	1789	2504	3399	4293	5366	6618	8586	10732	14310	17887
8,0	611	954	1336	1908	2671	3625	4579	5724	7060	9158	11448	15264	19080
8,5	649	1014	1419	2027	2838	3852	4865	6082	7501	9731	12163	16218	20272
9,0	687	1073	1503	2146	3005	4078	5152	6439	7942	10303	12879	17172	21465
9,5	725	1133	1586	2266	3172	4305	5438	6797	8383	10876	13594	18126	22657
10,0	763	1192	1669	2385	3339	4531	5724	7155	8824	11448	14310	19080	23850
10,5	801	1252	1753	2504	3506	4758	6010	7513	9266	12020	15025	20034	25042
11,0	840	1312	1836	2623	3673	4985	6296	7870	9707	12593	15741	20988	26235
11,5	878	1371	1920	2743	3840	5211	6583	8228	10148	13165	16456	21942	27427
12,0	916	1431	2003	2862	4007	5438	6869	8586	10589	13738	17172	22896	28620

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru în

$M = PLC =$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA					
	16	25	35	50	70	95
0,2	61	95	134	191	267	363
0,4	122	191	267	382	534	725
0,6	183	286	401	572	801	1088
0,8	244	382	534	763	1068	1450
1,0	305	477	668	954	1336	1813
1,2	366	572	801	1145	1603	2175
1,4	427	668	935	1336	1870	2538
1,6	488	763	1068	1526	2137	2900
1,8	549	859	1202	1717	2404	3268
2,0	611	954	1336	1908	2671	3625
2,2	672	1049	1469	2099	2938	3988
2,4	733	1145	1603	2290	3205	4350
2,6	794	1240	1736	2480	3473	4713
2,8	855	1336	1870	2671	3740	5075
3,0	916	1431	2003	2862	4007	5438
3,2	977	1526	2137	3053	4274	5800
3,4	1038	1622	2271	3244	4541	6163
3,6	1099	1717	2404	3434	4808	6525
3,8	1160	1813	2538	3625	5075	6888
4,0	1221	1908	2671	3816	5342	7250
4,2	1282	2003	2805	4007	5610	7613
4,4	1343	2099	2938	4198	5877	7975
4,6	1404	2194	3072	4388	6144	8338
4,8	1465	2290	3205	4579	6411	8700
5,0	1526	2385	3339	4770	6678	9063
5,5	1679	2623	3673	5247	7346	9969
6,0	1832	2862	4007	5724	8014	10876
6,5	1984	3100	4341	6201	8681	11782
7,0	2137	3339	4675	6678	9349	12688
7,5	2290	3577	5008	7155	10017	13594
8,0	2442	3816	5342	7632	10685	14501
8,5	2595	4054	5676	8109	11353	15407
9,0	2748	4293	6010	8586	12020	16313
9,5	2900	4531	6344	9063	12688	17220
10,0	3053	4770	6678	9540	13356	18126
10,5	3205	5008	7012	10017	14024	19032
11,0	3358	5247	7346	10494	14692	19939
11,5	3511	5485	7680	10971	15359	20845
12,0	3663	5724	8014	11448	16027	21751

Tabelul 4.23

sistem trifazat la tensiunea U 6000 V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

CONDUCTOARELOR [mm²]						
120	150	185	240	300	400	500
458	572	706	916	1145	1526	1908
916	1145	1412	1832	2290	3053	3816
1374	1717	2118	2748	3434	4579	5724
1832	2290	2824	3663	4579	6106	7632
2290	2862	3530	4579	5724	7632	9540
2748	3434	4236	5495	6869	9158	11448
3205	4007	4942	6411	8014	10685	13356
3663	4579	5648	7327	9158	12211	15264
4121	5152	6354	8243	10303	13738	17172
4579	5724	7060	9158	11448	15264	19080
5037	6296	7766	10074	12593	16790	20988
5495	6869	8472	10990	13738	18317	22896
5953	7441	9177	11906	14882	19843	24804
6411	8014	9883	12822	16027	21370	26712
6869	8586	10589	13738	17172	22896	28620
7327	9158	11295	14653	18317	24422	30528
7785	9731	12001	15569	19462	25949	32436
8243	10303	12707	16485	20606	27475	34344
8700	10876	13413	17401	21751	29002	36252
9158	11448	14119	18317	22896	30528	38160
9616	12020	14825	19233	24041	32054	40068
10074	12593	15531	20148	25186	33581	41976
10532	13165	16237	21064	26330	35107	43884
10990	13738	16943	21980	27475	36634	45792
11448	14310	17649	22896	28620	38160	47700
12593	15741	19414	25186	31482	41976	52470
13738	17172	21179	27475	34344	45792	57240
14882	18603	22944	29765	37206	49608	62010
16027	20034	24709	32054	40068	53424	66780
17172	21465	26473	34344	42930	57240	71550
18317	22896	28238	36634	45792	61056	76320
19462	24327	30003	38923	48654	64872	81090
20606	25758	31768	41213	51516	68688	85860
21751	27189	33533	43502	54378	72504	90630
22896	28620	35298	45792	57240	76320	95400
24041	30051	37063	48082	60102	80136	100170
25186	31482	38828	50371	62964	83952	104940
26330	32913	40593	52661	65826	97768	109710
27475	34344	42358	54950	68688	91584	114480

Tabelul 4.24

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru în sistem trifazat, la tensiunea $U = 10\,000$ V

$M = PLC = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]												
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	170	265	371	530	742	1007	1272	1590	1961	2544	3180	4240	5300
0,4	339	530	742	1060	1484	2014	2544	3180	3922	5088	6360	8480	10600
0,6	509	795	1113	1590	2226	3021	3816	4770	5883	7632	9540	12720	15900
0,8	678	1060	1484	2120	2968	4028	5088	6360	7844	10176	12720	16960	21200
1,0	848	1325	1855	2650	3710	5035	6360	7950	9805	12720	15900	21200	26500
1,2	1018	1590	2226	3180	4452	6042	7632	9540	11766	15264	19080	25440	31800
1,4	1187	1855	2597	3710	5194	7049	8904	11130	13727	17808	22260	29680	37100
1,6	1357	2120	2968	4240	5936	8056	10176	12720	15688	20352	25440	33920	42400
1,8	1526	2385	3339	4770	6678	9063	11448	14310	17649	22896	28620	38160	47700
2,0	1696	2650	3710	5300	7420	10070	12720	15900	19610	25440	31800	42400	53000
2,2	1866	2915	4081	5830	8162	11077	13992	17490	21571	27984	34980	46640	58300
2,4	2035	3180	4452	6360	8904	12084	15264	19080	23532	30528	38160	50880	63600
2,6	2205	3445	4823	6890	9646	13091	16536	20670	25493	33072	41340	55120	68900
2,8	2374	3710	5194	7420	10388	14098	17808	22260	27454	35616	44520	59360	74200
3,0	2544	3975	5565	7950	11130	15105	19080	23850	29415	38160	47700	63600	79500
3,2	2714	4240	5936	8480	11872	16112	20352	25440	31376	40704	50880	67840	84800
3,4	2883	4505	6307	9010	12614	17119	21624	27030	33337	43248	54060	72080	90100
3,6	3053	4770	6678	9540	13356	18126	22896	28620	35298	45792	57240	76320	95400
3,8	3222	5035	7049	10070	14098	19133	24168	30210	37259	48336	60420	80560	100700
4,0	3392	5300	7420	10600	14840	20140	25440	31800	39220	50880	63600	84800	106000
4,2	3562	5565	7791	11130	15582	21147	26712	33390	41181	53424	66780	89040	111300
4,4	3731	5830	8162	11660	16324	22154	27984	34980	43142	55968	69960	93280	116600
4,6	3901	6095	8533	12190	17066	23161	29256	36570	45103	58512	73140	97520	121900
4,8	4070	6360	8904	12720	17808	24168	30528	38160	47064	61056	76320	101760	127200
5,0	4240	6625	9275	13250	18550	25175	31800	39750	49025	63600	79500	106000	132500
5,5	4664	7287	10202	14575	20405	27692	34980	43725	53927	69960	87450	116600	145750
6,0	5088	7950	11130	15900	22260	30210	38160	47700	58830	76320	95400	127200	159000
6,5	5512	8612	12057	17225	24115	32727	41340	51675	63732	82680	103350	137800	172250
7,0	5936	9275	12985	18550	25970	35245	44520	55650	68635	89040	111300	148400	185500
7,5	6360	9937	13912	19875	27825	37762	47700	59625	73537	95400	119250	159000	198750
8,0	6784	10600	14840	21200	29680	40280	50880	63600	78440	101760	127200	169600	212000
8,5	7208	11262	15767	22525	31535	42797	54060	67575	83342	108120	135150	180200	225250
9,0	7632	11925	16695	23850	33390	45315	57240	71550	88245	114480	143100	190800	238500
9,5	8056	12587	17622	25175	35245	47832	60420	75525	93147	120840	151050	201400	251750
10,0	8480	13250	18550	26500	37100	50350	63600	79500	98050	127200	159000	212000	265000
10,5	8904	13912	19477	27825	38955	52867	66780	83475	102952	133560	166950	222600	278250
11,0	9328	14575	20405	29150	40810	55385	69960	87450	107855	139920	174900	233200	291500
11,5	9752	15237	21332	30475	42665	57902	73140	91425	112757	146280	182850	243800	304750
12,0	10176	15900	22260	31800	44520	60420	76320	95400	117660	152640	190800	254400	318000

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLC =$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]					
	16	25	35	50	70	95
0,2	382	596	835	1192	1669	2266
0,4	763	1192	1669	2385	3339	4531
0,6	1145	1789	2504	3577	5008	6797
0,8	1526	2385	3339	4770	6678	9063
1,0	1908	2981	4174	5962	8347	11329
1,2	2290	3577	5008	7155	10017	13594
1,4	2671	4174	5843	8347	11686	15860
1,6	3053	4770	6678	9540	13356	18126
1,8	3434	5366	7513	10732	15025	20392
2,0	3816	5962	8347	11925	16695	22657
2,2	4198	6559	9182	13117	18364	24932
2,4	4579	7155	10017	14310	20034	27189
2,6	4961	7751	10852	15502	21703	29455
2,8	5342	8347	11686	16695	23373	31720
3,0	5724	8944	12521	17887	25042	33986
3,2	6106	9540	13356	19080	26712	36252
3,4	6487	10136	14191	20272	28381	38518
3,6	6869	10732	15025	21465	30051	40783
3,8	7250	11329	15860	22657	31720	43049
4,0	7632	11925	16695	23850	33390	45315
4,2	8014	12521	17530	25042	35059	47581
4,4	8395	13117	18364	26235	36729	49846
4,6	8777	13714	19199	27427	38398	52112
4,8	9158	14310	20034	28620	40068	54378
5,0	9540	14906	20869	29812	41737	56644
5,5	10494	16397	22956	32794	45911	62308
6,0	11448	17887	25042	35775	50085	67972
6,5	12402	19378	27129	38756	54259	73637
7,0	13356	20869	29216	41737	58432	79301
7,5	14310	22359	31303	44719	62606	84966
8,0	15264	23850	33390	47700	66780	90630
8,5	16218	25341	35477	50681	70954	96294
9,0	17172	26831	37564	53662	75127	101959
9,5	18126	28322	39651	56644	79301	107623
10,0	19080	29812	41737	59625	83475	113287
10,5	20034	31303	43824	62606	87649	118952
11,0	20988	32794	45911	65587	91822	124616
11,5	21942	34284	47998	68569	95996	130281
12,0	22896	35775	50085	71550	100170	135945

Tabelul 4.25

în sistem trifazat la tensiunea $U = 15\,000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]						
	120	150	185	240	300	400	500
0,2	2862	3577	4412	5724	7155	9540	11925
0,4	5724	7155	8824	11448	14310	19080	23850
0,6	8586	10732	13237	17172	21465	28620	35775
0,8	11448	14310	17649	22896	28620	38160	47700
1,0	14310	17887	22061	28620	35775	47700	59625
1,2	17172	21465	26473	34344	42930	57240	71550
1,4	20034	25042	30886	40068	50085	66780	83475
1,6	22896	28620	35298	45792	57240	76320	95400
1,8	25758	32197	39710	51516	64395	85860	107325
2,0	28620	35775	44122	57240	71550	95400	119250
2,2	31482	39352	48535	62964	78705	104940	131175
2,4	34344	42930	52947	68688	85860	114480	143100
2,6	37206	46507	57359	74412	93015	124020	155025
2,8	40068	50085	61771	80136	100170	133560	166950
3,0	42930	53662	66184	85860	107325	143100	178875
3,2	45792	57240	70596	91584	114480	152640	190800
3,4	48654	60817	75008	97308	121635	162180	202725
3,6	51516	64395	79420	103032	128790	171720	214650
3,8	54378	67972	83833	108756	135945	181260	226575
4,0	57240	71550	88245	114480	143100	190800	238500
4,2	60102	75127	92657	120204	150255	200340	250425
4,4	62964	78705	97069	125928	157410	209880	262350
4,6	65826	82282	101482	131652	164565	219420	274275
4,8	68688	85860	105894	137376	171720	228960	286200
5,0	71550	89437	110306	143100	178875	238500	298125
5,5	78705	98381	121337	157410	196762	262350	327938
6,0	85860	107325	132367	171720	214650	286200	357750
6,5	93015	116269	143398	186030	232537	310050	387563
7,0	100170	125212	154429	200340	250425	333900	417375
7,5	107325	134156	165459	214650	268313	357750	447188
8,0	114480	143100	176490	228960	286200	381600	477000
8,5	121635	152044	187521	243270	304088	405450	506813
9,0	128790	160987	198551	257580	321975	429300	536625
9,5	135945	169931	209582	271890	339863	453150	566438
10,0	143100	178875	220612	286200	357750	477000	596250
10,5	150255	187819	231643	300510	375638	500850	626063
11,0	157410	196762	242674	314820	393525	524700	655875
11,5	164565	205706	253704	329130	411413	548550	685688
12,0	171720	214650	264735	343440	429300	572400	715500

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLC =$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA					
	16	25	35	50	70	95
0,2	1060	1656	2319	3312	6637	6294
0,4	2120	3312	4637	6625	13275	12587
0,6	3180	4969	6956	9937	19912	18881
0,8	4240	6625	9275	13250	26550	25175
1,0	5300	8281	11594	16562	33187	31469
1,2	6360	9937	13912	19875	39825	37762
1,4	7420	11594	16231	23187	46462	44056
1,6	8480	13250	18550	26500	53100	50350
1,8	9540	14906	20869	29812	59737	56644
2,0	10600	16562	23187	33125	66375	62937
2,2	11660	18219	25506	36437	73012	69231
2,4	12720	19875	27825	39750	79650	75525
2,6	13780	21531	30144	43062	86287	81819
2,8	14840	23187	32462	46375	92925	88112
3,0	15900	24844	34781	49687	99562	94406
3,2	16960	26500	37100	53000	106200	100700
3,4	18020	28156	39419	56312	112837	106994
3,6	19080	29812	41737	59625	119475	113287
3,8	20140	31469	44056	62937	126112	119581
4,0	21200	33125	46375	66250	132750	125875
4,2	22260	34781	48694	69562	139387	132169
4,4	23320	36437	51012	72875	146025	138462
4,6	24380	38094	53331	76187	152662	144756
4,8	25440	39750	55650	79500	159300	151050
5,0	26500	41406	57969	82812	165937	157344
5,5	29150	45547	63766	91094	182531	173078
6,0	31800	49687	69562	99375	199125	188812
6,5	34450	53828	75359	107656	215719	204547
7,0	37100	57969	81156	115937	232312	220281
7,5	39750	62109	86953	124219	248906	236016
8,0	42400	66250	92750	132500	265500	251750
8,5	45050	70391	98547	140781	282094	267484
9,0	47700	74531	104344	149062	298688	283219
9,5	50350	78672	110141	157344	315281	298953
10,0	53000	82812	115937	165625	331875	314688
10,5	55650	86953	121734	173906	348469	330422
11,0	58300	91094	127531	182187	365063	346156
11,5	60950	95234	133328	190469	381656	361891
12,0	63600	99375	139125	198750	398250	377625

Tabelul 4.26

în sistem trifazat la tensiunea $U = 25\,000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \varrho$

CONDUCTOARELOR [mm²]						
120	150	185	240	300	400	500
7950	9937	12256	15900	19875	26500	33125
15900	19875	24512	31800	39750	53000	66250
23850	29812	36769	47700	59625	79500	99375
31800	39750	49025	63600	79500	106000	132500
39750	49687	61281	79500	99375	132500	165625
47700	59625	73537	95400	119250	159000	198750
55650	69562	85794	111300	139125	185500	231875
63600	79500	98050	127200	159000	212000	265000
71550	89437	110306	143100	178875	238500	298125
79500	99375	122562	159000	198750	265000	331250
87450	109312	134819	174900	218625	291500	364375
95400	119250	147075	190800	238500	318000	397500
103350	129187	159331	206700	258375	344500	430625
111300	139125	171587	222600	278250	371000	463750
119250	149062	183844	238500	298125	397500	496875
127200	159000	196100	254400	318000	424000	530000
135150	168937	208356	270300	337875	450500	563125
143100	178875	220612	286200	357750	477000	596250
151050	188812	232869	302100	377625	503500	629375
159000	198750	245125	318000	397500	530000	662500
166950	208687	257381	333900	417375	556500	695625
174900	218625	269638	349800	437250	583000	728750
182850	228562	281894	365700	457125	609500	761875
190800	238500	294150	381600	477000	636000	795000
198750	248437	306406	397500	496875	662500	828125
218625	273281	337047	437250	546563	728750	910938
238500	298125	267688	477000	596250	795000	993750
258375	322969	398328	516750	645938	861250	1076560
278250	347813	428969	556500	695625	927500	1159380
298125	372656	459609	596250	745313	993750	1242190
318000	397500	490250	636000	795000	1060000	1325000
337875	422344	520891	675750	844688	1125250	1407810
357750	447188	551531	715500	894375	1192500	1490630
377625	472031	582172	755250	944063	1258750	1573440
397500	496875	612813	795000	993750	1325000	1656250
417375	521719	643453	834750	1043440	1391250	1739060
437250	546563	674094	874500	1093130	1457500	1821880
457125	571406	704734	914250	1142810	1523750	1904690
477000	596250	735375	954000	1192500	1590000	1987500

Momentul [MWm] pentru conductoare de cupru

$M = PLC =$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA					
	16	25	35	50	70	95
0,2	2078	3246	4545	6492	9089	12336
0,4	4155	6492	9089	12985	18179	24671
0,6	6233	9739	13634	19477	27268	37007
0,8	8310	12985	18179	25970	36358	49343
1,0	10388	16231	22724	32462	45447	61679
1,2	12466	19477	27268	38955	54537	74014
1,4	14543	22724	31813	45447	63626	85350
1,6	16621	25970	36358	51940	72716	98686
1,8	18698	29216	40903	58432	81805	111022
2,0	20776	32462	45447	64925	90895	123357
2,2	22854	35709	49992	71417	99984	135693
2,4	24931	38955	54537	77910	109074	148029
2,6	27009	42201	59082	84402	118163	160365
2,8	29086	45447	63626	90895	127253	172700
3,0	31164	48694	68171	97387	136342	185036
3,2	33242	51940	72716	103880	145432	197372
3,4	35319	55186	77261	110372	154521	209708
3,6	37397	58432	81805	116865	163611	222043
3,8	39474	61679	86350	123357	172700	234379
4,0	41552	64925	90895	129850	181790	246715
4,2	43630	68171	95440	136342	190879	259051
4,4	45707	71417	99984	142835	199969	271387
4,6	47785	74664	104529	149327	209058	283722
4,8	49862	77910	109074	155820	218148	296058
5,0	51940	81156	113619	162312	227237	308394
5,5	57134	89272	124981	178544	249961	339233
6,0	62328	97387	136342	194775	272685	370073
6,5	67522	105503	147704	211006	295409	400912
7,0	72716	113619	159066	227237	318133	431751
7,5	77910	121734	170428	243469	340856	462591
8,0	83104	129850	181790	259700	363580	493430
8,5	88298	137966	193152	275931	386304	524269
9,0	93492	146081	204514	292163	409028	555109
9,5	98686	154197	215876	308394	431751	585948
10,0	103880	162312	227237	324625	454475	616788
10,5	109074	170428	238599	340856	477199	647627
11,0	114268	178544	249961	357088	499923	678466
11,5	119462	186659	261323	373319	522646	709306
12,0	124656	194775	272685	389550	545370	740145

Tabelul 4.27

în sistem trifazat la tensiunea $U = 35\,000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

CONDUCTOARELOR [mm²]						
120	150	185	240	300	400	500
15582	19477	24022	31164	38955	51940	64925
31164	38955	48044	62328	77910	103880	129850
46746	58432	72067	93492	116865	155820	194775
62328	77910	96089	124656	155820	207760	259700
77910	97387	120111	155820	194775	259700	324625
93492	116865	144133	186984	233730	311640	389550
109074	136342	168156	218148	272685	363580	454470
124656	155820	192178	249312	311640	415520	519400
140238	175297	216200	280476	350595	467460	584325
155820	194775	240222	311640	389550	519400	649250
171402	214252	264245	342804	428505	571340	714175
186984	233730	288267	373968	467460	623280	779100
202566	253207	312289	405132	506415	675220	844025
218148	272685	336312	436296	545370	727160	908950
233730	292163	360334	467460	584325	779100	973875
249312	311640	384356	498624	623280	831040	1038800
264894	331118	408378	529788	662235	882980	1103730
280476	350595	432401	560952	701190	934920	1168650
296058	370073	456423	592116	740145	986860	1233580
311640	389550	480445	623280	779100	1038800	1298500
327222	409027	504467	654444	818055	1090740	1363430
342804	428505	528490	685608	857010	1142680	1428350
358386	447983	552512	716772	895965	1194620	1493280
373968	467460	576534	747936	934920	1246560	1558200
389550	486938	600556	779100	973875	1298500	1623130
428505	535631	660612	857010	1071260	1428350	1785440
467460	584325	720668	934920	1168650	1558200	1947750
506415	633019	780723	1012830	1266040	1688050	2110060
545370	681713	840779	1090740	1363430	1817900	2272380
584325	730406	900834	1168650	1460810	1947750	2434690
623280	779100	960890	1246560	1558200	2077600	2597000
662235	827794	1020950	1324470	1655590	2207450	2759310
701190	876488	1081000	1402380	1752980	2337300	2921630
740145	925181	1141060	1480290	1850360	2467150	3083940
779100	973875	1201110	1558200	1947750	2597000	3246250
818055	1022570	1261170	1636110	2045140	2726850	3408560
857010	1071260	1321220	1714020	2142530	2856700	3570880
895965	1119960	1381280	1791930	2239910	2986550	3733190
934920	1168650	1441340	1869840	2337300	3116400	3895500

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat, la tensiunea $U = 127$ V

$M = PLC = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

Tabelul 4.28

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]								
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
0,2	3	4	6	10	17	26	36	52	72
0,4	5	8	12	21	33	52	72	103	145
0,6	8	12	19	31	50	77	108	155	217
0,8	10	17	25	41	66	103	145	206	289
1,0	13	21	31	52	83	129	181	258	361
1,2	15	25	37	62	99	155	217	310	434
1,4	18	29	43	72	116	181	253	361	506
1,6	21	33	50	83	132	206	289	413	578
1,8	23	37	56	93	149	232	325	465	650
2,0	26	41	62	103	165	258	361	516	723
2,2	28	45	68	114	182	284	397	568	795
2,4	31	50	74	124	198	310	434	619	867
2,6	34	54	81	134	215	335	470	671	939
2,8	36	58	87	145	231	361	506	723	1012
3,0	39	62	93	155	248	387	542	774	1084
3,2	41	66	99	165	264	413	578	826	1156
3,4	44	70	105	175	281	439	614	877	1228
3,6	46	74	111	186	297	465	650	929	1301
3,8	49	78	118	196	314	490	686	981	1373
4,0	52	83	124	206	330	516	723	1032	1445
4,2	54	87	130	217	347	542	759	1084	1517
4,4	57	91	136	227	363	568	795	1135	1590
4,6	59	95	142	237	380	594	831	1187	1662
4,8	62	99	149	248	396	619	867	1239	1734
5,0	65	103	155	258	413	645	903	1290	1806
5,5	71	114	170	284	454	710	994	1419	1987
6,0	77	124	186	310	495	774	1084	1548	2168
6,5	84	134	201	335	537	839	1174	1677	2348
7,0	90	145	217	361	578	903	1265	1806	2529
7,5	97	155	232	387	619	968	1355	1935	2710
8,0	103	165	248	413	661	1032	1445	2065	2890
8,5	110	175	263	439	702	1097	1535	2194	3071
9,0	116	186	279	465	743	1161	1626	2323	3252
9,5	123	196	294	490	785	1226	1716	2452	3432
10,0	129	206	310	516	826	1290	1806	2581	3613
10,5	135	217	325	542	867	1355	1897	2710	3794
11,0	142	227	341	568	908	1419	1987	2839	3974
11,5	148	237	356	594	950	1484	2077	2968	4155
12,0	155	248	372	619	991	1548	2168	3097	4335

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]								
	95	120	150	185	240	300	400	500	
0,2	98	124	155	191	248	310	413	516	
0,4	196	248	310	382	495	619	826	1032	
0,6	294	372	465	573	743	929	1239	1548	
0,8	392	495	619	764	991	1239	1652	2065	
1,0	490	619	774	955	1239	1548	2065	2581	
1,2	588	743	929	1146	1486	1858	2477	3097	
1,4	686	867	1084	1337	1734	2168	2890	3613	
1,6	785	991	1239	1528	1982	2477	3303	4129	
1,8	883	1115	1394	1719	2230	2787	3716	4645	
2,0	981	1239	1548	1910	2477	3097	4129	5161	
2,2	1079	1363	1703	2101	2725	3406	4542	5677	
2,4	1177	1486	1858	2292	2973	3716	4955	6194	
2,6	1275	1610	2013	2483	3221	4026	5368	6710	
2,8	1373	1734	2168	2674	3468	4335	5781	7226	
3,0	1471	1858	2323	2865	3716	4645	6194	7742	
3,2	1569	1982	2477	3055	3964	4955	6606	8258	
3,4	1667	2106	2632	3246	4212	5264	7019	8774	
3,6	1765	2230	2787	3437	4459	5574	7432	9290	
3,8	1863	2354	2942	3628	4707	5884	7845	9806	
4,0	1961	2477	3097	3819	4955	6194	8258	10323	
4,2	2059	2601	3252	4010	5203	6503	8671	10839	
4,4	2157	2725	3406	4201	5450	6813	9084	11355	
4,6	2255	2849	3561	4392	5698	7123	9497	11871	
4,8	2354	2973	3716	4583	5946	7432	9910	12387	
5,0	2452	3097	3871	4774	6194	7742	10323	12903	
5,5	2697	3406	4258	5252	6813	8516	11355	14194	
6,0	2942	3716	4645	5729	7432	9290	12387	15484	
6,5	3187	4026	5032	6206	8052	10064	13419	16774	
7,0	3432	4335	5419	6684	8671	10839	14452	18064	
7,5	3677	4645	5806	7161	9290	11613	15484	19355	
8,0	3923	4955	6194	7639	9910	12387	16516	20645	
8,5	4168	5264	6581	8116	10529	13161	17548	21935	
9,0	4413	5574	6968	8594	11148	13935	18581	23226	
9,5	4658	5884	7355	9071	11768	14710	19613	24516	
10,0	4903	6194	7742	9548	12387	15484	20645	25806	
10,5	5148	6503	8129	10026	13006	16258	21677	27097	
11,0	5394	6813	8516	10503	13626	17032	22710	28387	
11,5	5639	7123	8903	10981	14245	17806	23742	29677	
12,0	5884	7432	9290	11458	14864	18581	24774	30963	

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat, la tensiunea $U = 220$ V

Tabelul 4.29

$M = PLC = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]															
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	8	12	19	31	50	77	108	155	217	294	372	465	573	743	929	1239	1549
0,4	15	25	37	62	99	155	217	310	434	589	743	929	1146	1487	1859	2478	3098
0,6	23	37	56	93	149	232	325	465	650	883	1115	1394	1719	2230	2788	3717	4646
0,8	31	50	74	124	198	310	434	620	867	1177	1487	1859	2292	2974	3717	4956	6195
1,0	39	62	93	155	248	387	542	774	1084	1471	1859	2323	2865	3717	4646	6195	7744
1,2	46	74	112	186	297	465	650	929	1301	1766	2230	2788	3438	4461	5576	7434	9293
1,4	54	87	130	217	347	542	759	1084	1518	2060	2602	3252	4011	5204	6505	8673	10842
1,6	62	99	149	248	396	620	867	1239	1735	2354	2974	3717	4584	5947	7434	9912	12390
1,8	70	112	167	279	446	697	976	1394	1951	2648	3345	4182	5157	6691	8364	11151	13939
2,0	77	124	186	310	496	774	1084	1549	2168	2943	3717	4646	5731	7434	9293	12390	15488
2,2	85	136	204	341	545	852	1193	1704	2385	3237	4089	5111	6304	8178	10222	13629	17037
2,4	93	149	223	372	595	929	1301	1859	2602	3531	4461	5576	6877	8921	11151	14868	18586
2,6	101	161	242	403	644	1007	1409	2013	2819	3826	4832	6040	7450	9665	12081	16108	20134
2,8	108	173	260	434	694	1084	1518	2168	3036	4120	5204	6505	8023	10408	13010	17347	21683
3,0	116	186	279	465	743	1162	1626	2323	3252	4414	5576	6970	8596	11151	13939	18586	23232
3,2	124	198	297	496	793	1239	1735	2478	3469	4708	5947	7434	9169	11895	14868	19825	24781
3,4	132	211	316	527	843	1316	1843	2633	3686	5003	6319	7899	9742	12638	15798	21064	26330
3,6	139	223	335	558	892	1394	1951	2788	3903	5297	6691	8364	10315	13382	16727	22303	27878
3,8	147	235	353	589	942	1471	2060	2943	4120	5591	7063	8828	10888	14125	17656	23542	29427
4,0	155	248	372	620	991	1549	2168	3098	4337	5885	7434	9293	11461	14868	18586	24781	30976
4,2	163	260	390	650	1041	1626	2277	3252	4553	6180	7806	9757	12034	15612	19515	26020	32525
4,4	170	273	409	681	1090	1704	2385	3407	4770	6474	8178	10222	12607	16355	20444	27259	34074
4,6	178	285	427	712	1140	1781	2494	3562	4987	6768	8549	10687	13180	17099	21373	28498	35622
4,8	186	297	446	743	1189	1859	2602	3717	5204	7063	8921	11151	13753	17842	22303	29737	37171
5,0	194	310	465	774	1239	1936	2710	3872	5421	7357	9293	11616	14326	18586	23232	30976	38720
5,5	213	341	511	852	1363	2130	2981	4259	5963	8092	10222	12778	15759	20444	25555	34074	42592
6,0	232	372	558	929	1487	2323	3252	4646	6505	8828	11151	13939	17192	22303	27878	37171	46464
6,5	252	403	604	1007	1611	2517	3524	5034	7047	9564	12081	15101	18624	24161	30202	40269	50336
7,0	271	434	650	1084	1735	2710	3795	5421	7589	10300	13010	16262	20057	26020	32525	43366	54208
7,5	290	465	697	1162	1859	2904	4066	5808	8131	11035	13939	17424	21490	27878	34848	46464	58080
8,0	310	496	743	1239	1982	3098	4337	6195	8673	11771	14868	18586	22922	29737	37171	49562	61952
8,5	329	527	790	1316	2106	3291	4608	6582	9215	12507	15798	19747	24355	31596	39494	52659	65824
9,0	348	558	836	1394	2230	3485	4879	6970	9757	13242	16727	20909	25788	33454	41818	55757	69696
9,5	368	589	883	1471	2354	3678	5150	7357	10300	13978	17656	22070	27220	35313	44141	58854	73568
10,0	387	620	929	1549	2478	3872	5421	7744	10842	14714	18586	23232	28653	37171	46464	61952	77440
10,5	407	650	976	1626	2602	4066	5692	8131	11384	15449	19515	24394	30085	39030	48787	65050	81312
11,0	426	681	1022	1704	2726	4259	5963	8518	11926	16185	20444	25555	31518	40888	51110	68147	85184
11,5	445	712	1069	1781	2850	4453	6234	8906	12468	16921	21373	26717	32951	42747	53434	71245	89056
12,0	465	743	1115	1859	2974	4646	6505	9293	13010	17656	22303	27878	34383	44605	55757	74342	92928

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat, la tensiunea $U = 380$ V

$M = PLC = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

Tabelul 4.30

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]								
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
0,2	23	37	55	92	148	231	323	462	647
0,4	46	74	111	185	296	462	647	924	1294
0,6	69	111	166	277	444	693	970	1386	1941
0,8	92	148	222	370	591	924	1294	1848	2588
1,0	116	185	277	462	739	1155	1617	2310	3235
1,2	139	222	333	554	887	1386	1941	2772	3881
1,4	162	259	388	647	1035	1617	2264	3235	4528
1,6	185	296	444	739	1183	1848	2588	3697	5175
1,8	208	333	499	832	1331	2079	2911	4159	5822
2,0	231	370	554	924	1479	2310	3235	4621	6469
2,2	254	407	610	1017	1627	2541	3558	5083	7116
2,4	277	444	665	1109	1774	2772	3881	5545	7763
2,6	300	481	721	1201	1922	3004	4205	6007	8410
2,8	323	518	776	1294	2070	3235	4528	6469	9057
3,0	347	554	832	1386	2218	3466	4852	6931	9704
3,2	370	591	887	1479	2366	3697	5175	7393	10351
3,4	393	628	943	1571	2514	3928	5499	7855	10997
3,6	416	665	998	1663	2662	4159	5822	8317	11644
3,8	439	702	1054	1756	2809	4390	6146	8780	12291
4,0	462	739	1109	1848	2957	4621	6469	9242	12938
4,2	485	776	1164	1941	3105	4852	6793	9704	13585
4,4	508	813	1220	2033	3253	5083	7116	10166	14232
4,6	531	850	1275	2126	3401	5314	7439	10628	14879
4,8	554	887	1331	2218	3549	5545	7763	11090	15526
5,0	578	924	1386	2310	3697	5776	8086	11552	16173
5,5	635	1017	1525	2541	4066	6354	8895	12707	17790
6,0	693	1109	1663	2772	4436	6931	9704	13862	19407
6,5	751	1201	1802	3004	4806	7509	10512	15018	21025
7,0	809	1294	1941	3235	5175	8086	11321	16173	22642
7,5	866	1386	2079	3466	5545	8664	12130	17328	24259
8,0	924	1479	2218	3697	5915	9242	12938	18483	25876
8,5	982	1571	2357	3928	6284	9819	13747	19638	27494
9,0	1040	1663	2495	4159	6654	10397	14556	20794	29111
9,5	1097	1756	2634	4390	7024	10974	15364	21949	30728
10,0	1155	1848	2772	4621	7393	11552	16173	23104	32346
10,5	1213	1941	2911	4852	7763	12130	16981	24259	33963
11,0	1271	2033	3050	5083	8133	12707	17790	25414	35580
11,5	1328	2126	3188	5341	8502	13285	18599	26570	37197
12,0	1386	2218	3327	5545	8872	13862	19407	27725	38815

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR [mm²]							
	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	878	1109	1386	1710	2218	2772	3697	4621
0,4	1756	2218	2772	3419	4436	5545	7393	9242
0,6	2634	3327	4159	5129	6654	8317	11090	13862
0,8	3512	4436	5545	6839	8872	11090	14787	18483
1,0	4390	5545	6931	8548	11090	13862	18483	23104
1,2	5268	6654	8317	10258	13308	16635	22180	27725
1,4	6146	7763	9704	11968	15526	19407	25876	32346
1,6	7024	8872	11090	13678	17744	22180	29573	36966
1,8	7902	9981	12476	15387	19962	24952	33270	41587
2,0	8780	11090	13862	17097	22180	27725	36966	46208
2,2	9657	12199	15249	18807	24398	30497	40663	50829
2,4	10535	13308	16635	20516	26616	33270	44360	55450
2,6	11413	14417	18021	22226	28834	36042	48056	60070
2,8	12291	15526	19407	23936	31052	38815	51753	64691
3,0	13169	16635	20794	25645	33270	41587	55450	69312
3,2	14047	17744	22180	27355	35488	44360	59146	73933
3,4	14925	18853	23566	29065	37706	47132	62843	78554
3,6	15803	19962	24952	30775	39924	49905	66540	83174
3,8	16681	21071	26339	32484	42142	52677	70236	87795
4,0	17559	22180	27725	34194	44360	55450	73933	92416
4,2	18437	23289	29111	35904	46578	58222	77629	97037
4,4	19315	24398	30497	37613	48796	60995	81326	101658
4,6	20193	25507	31884	39323	51014	63767	85023	106268
4,8	21071	26616	33270	41033	53232	66540	88719	110899
5,0	21949	27725	34656	42742	55450	69312	92416	115520
5,5	24144	30497	38122	47017	60995	76243	101658	127072
6,0	26339	33270	41587	51291	66540	83174	110899	138624
6,5	28533	36042	45053	55565	72084	90106	120141	150176
7,0	30728	38815	48518	59839	77629	97037	129382	161728
7,5	32923	41587	51984	64114	83174	103968	138624	173280
8,0	35118	44360	55450	68388	88719	110899	147866	184832
8,5	37313	47132	58915	72662	94264	117830	157107	196384
9,0	39508	49905	62381	76936	99809	124762	166349	207936
9,5	41703	52677	65846	81211	105354	131693	175590	219488
10,0	43898	55450	69312	85485	110899	138624	184832	231040
10,5	46092	58222	72778	89759	116444	145555	194074	242592
11,0	48287	60995	76243	94033	121989	152486	203315	254144
11,5	50482	63767	79709	98308	127534	159418	212557	265696
12,0	52677	66540	83174	102582	133079	166349	221798	277248

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat, la tensiunea $U = 500$ V

$M = PLC = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

Tabelul 4.31

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA CONDUCTOARE [mm²]															
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	40	64	96	160	256	400	560	800	1120	1520	1920	2400	2960	3840	4800	6400	8000
0,4	80	128	192	320	512	800	1120	1600	2240	3040	3840	4800	5920	7680	9600	12800	16000
0,6	120	192	288	480	768	1200	1680	2400	3360	4560	5760	7200	8880	11520	14400	19200	24000
0,8	160	256	384	640	1024	1600	2240	3200	4480	6080	7680	9600	11840	15360	19200	25600	32000
1,0	200	320	480	800	1280	2000	2800	4000	5600	7600	9600	12000	14800	19200	24000	32000	40000
1,2	240	384	576	960	1536	2400	3360	4800	6720	9120	11520	14400	17760	23040	28800	38400	48000
1,4	280	448	672	1120	1792	2800	3920	5600	7840	10640	13440	16800	20720	26880	33600	44800	56000
1,6	320	512	768	1280	2048	3200	4480	6400	8960	12160	15360	19200	23680	30720	38400	51200	64000
1,8	360	576	864	1440	2304	3600	5040	7200	10080	13680	17280	21600	26640	34560	43200	57600	72000
2,0	400	640	960	1600	2560	4000	5600	8000	11200	15200	19200	24000	29600	38400	48000	64000	80000
2,2	440	704	1056	1760	2816	4400	6160	8800	12320	16720	21120	26400	32560	42240	52800	70400	88000
2,4	480	768	1152	1920	3072	4800	6720	9600	13440	18240	23040	28800	35520	46080	57600	76800	96000
2,6	520	832	1248	2080	3328	5200	7280	10400	14560	19760	24960	31200	38480	49920	62400	83200	104000
2,8	560	896	1344	2240	3584	5600	7840	11200	15680	21280	26880	33600	41440	53760	67200	89600	112000
3,0	600	960	1440	2400	3840	6000	8400	12000	16800	22800	28800	36000	44400	57600	72000	96000	120000
3,2	640	1024	1536	2560	4096	6400	8960	12800	17920	24320	30720	38400	47360	61440	76800	102400	128000
3,4	680	1088	1632	2720	4352	6800	9520	13600	19040	25840	32640	40800	50320	65280	81600	108800	136000
3,6	720	1152	1728	2880	4608	7200	10080	14400	20160	27360	34560	43200	53280	69120	86400	115200	144000
3,8	760	1216	1824	3040	4864	7600	10640	15200	21280	28880	36480	45600	56240	72960	91200	121600	152000
4,0	800	1280	1920	3200	5120	8000	11200	16000	22400	30400	38400	48000	59200	76800	96000	128000	160000
4,2	840	1344	2016	3360	5376	8400	11760	16800	23520	31920	40320	50400	62160	80640	100800	134400	168000
4,4	880	1408	2112	3520	5632	8800	12320	17600	24640	33440	42240	52800	65120	84480	105600	140800	176000
4,6	920	1472	2208	3680	5888	9200	12880	18400	25760	34960	44160	55200	68080	88320	110400	147200	184000
4,8	960	1536	2304	3840	6144	9600	13440	19200	26880	36480	46080	57600	71040	92160	115200	153600	192000
5,0	1000	1600	2400	4000	6400	10000	14000	20000	28000	38000	48000	60000	74000	96000	120000	160000	200000
5,5	1100	1760	2640	4400	7040	11000	15400	22000	30800	41800	52800	66000	81400	105600	132000	176000	220000
6,0	1200	1920	2880	4800	7680	12000	16800	24000	33600	45600	57600	72000	88800	115200	144000	192000	240000
6,5	1300	2080	3120	5200	8320	13000	18200	26000	36400	49400	62400	78000	96200	124800	156000	208000	260000
7,0	1400	2240	3360	5600	8960	14000	19600	28000	39200	53200	67200	84000	103600	134400	168000	224000	280000
7,5	1500	2400	3600	6000	9600	15000	21000	30000	42000	57000	72000	90000	111000	144000	180000	240000	300000
8,0	1600	2560	3840	6400	10240	16000	22400	32000	44800	60800	76800	96000	118400	153600	192000	256000	320000
8,5	1700	2720	4080	6800	10880	17000	23800	34000	47600	64600	81600	102000	125800	163200	204000	272000	340000
9,0	1800	2880	4320	7200	11520	18000	25200	36000	50400	68400	86400	108000	133200	172800	216000	288000	360000
9,5	1900	3040	4560	7600	12160	19000	26600	38000	53200	72200	91200	114000	140600	182400	228000	304000	380000
10,0	2000	3200	4800	8000	12800	20000	28000	40000	56000	76000	96000	120000	148000	192000	240000	320000	400000
10,5	2100	3360	5040	8400	13440	21000	29400	42000	58800	79800	100800	126000	155400	201600	252000	336000	420000
11,0	2200	3520	5280	8800	14080	22000	30800	44000	61600	83600	105600	132000	162800	211200	264000	352000	440000
11,5	2300	3680	5520	9200	14720	23000	32200	46000	64400	87400	110400	138000	170200	220800	276000	368000	460000
12,0	2400	3840	5760	9600	15360	24000	33600	48000	67200	91200	115200	144000	177600	230400	288000	384000	480000

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în

$M = PLC =$

$\Delta U_{[\%]}$	SECȚIUNEA								
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
0,2	70	112	167	279	446	697	976	1394	1951
0,4	139	223	335	558	892	1394	1951	2788	3903
0,6	209	335	502	836	1338	2091	2927	4182	5854
0,8	279	446	669	1115	1784	2788	3903	5576	7806
1,0	348	558	836	1394	2230	3485	4879	6970	9757
1,2	418	669	1004	1673	2676	4182	5854	8364	11709
1,4	488	781	1171	1951	3122	4879	6830	9757	13660
1,6	558	892	1338	2230	3568	5576	7806	11151	15612
1,8	627	1004	1505	2509	4014	6273	8782	12545	17563
2,0	697	1115	1673	2788	4461	6970	9757	13939	19515
2,2	767	1227	1840	3067	4907	7667	10733	15333	21466
2,4	836	1338	2007	3345	5353	8364	11709	16727	23418
2,6	906	1450	2175	3624	5799	9060	12685	18121	25369
2,8	976	1561	2342	3903	6245	9757	13660	19515	27321
3,0	1045	1673	2509	4182	6691	10454	14636	20909	29272
3,2	1115	1784	2676	4461	7137	11151	15612	22303	31224
3,4	1185	1896	2844	4739	7583	11848	16588	23697	33175
3,6	1255	2007	3011	5018	8029	12545	17563	25091	35127
3,8	1324	2119	3178	5297	8475	13242	18539	26484	37078
4,0	1394	2230	3345	5576	8921	13939	19515	27878	39030
4,2	1464	2342	3513	5854	9367	14636	20491	29272	40981
4,4	1533	2453	3680	6133	9813	15333	21466	30666	42933
4,6	1603	2565	3847	6412	10259	16030	22442	32060	44884
4,8	1673	2676	4014	6691	10705	16727	23418	33454	46836
5,0	1742	2788	4182	6970	11151	17424	24394	34848	48787
5,5	1917	3067	4600	7667	12266	19166	26833	38333	53666
6,0	2091	3345	5018	8364	13382	20909	29272	41818	58545
6,5	2265	3624	5436	9060	14497	22651	31712	45302	63423
7,0	2439	3903	5854	9757	15612	24394	34151	48787	68302
7,5	2614	4182	6273	10454	16727	26136	36590	52272	73181
8,0	2788	4461	6691	11151	17842	27878	39030	55757	78060
8,5	2962	4739	7109	11848	18957	29621	41469	59242	82938
9,0	3136	5018	7527	12545	20072	31363	43908	62726	87817
9,5	3311	5297	7945	13242	21188	33106	46348	66211	92696
10,0	3485	5576	8364	13939	22303	34848	48787	69696	97574
10,5	3659	5854	8782	14636	23418	36590	51227	73181	102453
11,0	3833	6133	9200	15333	24533	38333	53666	76666	107332
11,5	4008	6412	9618	16030	25648	40075	56105	80150	112211
12,0	4182	6691	10036	16727	26763	41818	58545	83635	117089

Tabelul 4.32

sistem trifazat,la tensiunea $U = 660$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100$ p

CONDUCTOARELOR [mm²]							
95	120	150	185	240	300	400	500
2648	3345	4182	5157	6691	8364	11151	13939
5297	6691	8364	10315	13382	16727	22303	27878
7945	10036	12545	15473	20072	25091	33454	41818
10594	13382	16727	20630	26763	33454	44605	55757
13242	16727	20909	25788	33454	41818	55757	69696
15891	20072	25091	30945	40145	50181	66908	83635
18539	23418	29272	36103	46836	58545	78060	97574
21188	26763	33454	41260	53527	66908	89211	111514
23836	30109	37636	46418	60217	75272	100362	125453
26484	33454	41818	51575	66908	83635	111514	139392
29133	36799	45999	56733	73599	91999	122665	153331
31781	40145	50181	61890	80290	100362	133816	167270
34430	43490	54363	67048	86981	108726	144968	181210
37078	46836	58545	72205	93671	117089	156119	195149
39727	50181	62726	77363	100362	125453	167270	209088
42375	53527	66908	82520	107053	133816	178422	223027
45024	56872	71090	87678	113744	142180	189573	236966
47672	60217	75272	92835	120435	150543	200724	250906
50321	63563	79453	97993	127126	158907	211876	264845
52969	66908	83635	103150	133816	167270	223027	278784
55671	70254	87817	108308	140507	175634	234179	292723
58266	73599	91999	113465	147198	183997	245330	306662
60914	76944	96180	118623	153889	192361	256481	320602
63563	80290	100362	123780	160580	200724	267633	334541
66211	83635	104544	128938	167270	209088	278784	348480
72832	91999	114998	141831	183997	229997	306662	383328
79453	100362	125453	154725	200724	250906	334541	418176
86075	108726	135907	167619	217452	271814	362419	453024
92696	117089	146362	180513	234179	292723	390298	487872
99317	125453	156816	193406	250906	313632	418176	522720
105938	133816	167270	206300	267633	334541	446054	557568
112559	142180	177725	219194	284360	355450	473933	592416
119180	150543	188179	232088	301087	376358	501811	627264
125801	158907	198634	244981	317814	397267	529690	662112
132422	167270	209088	257875	334541	418176	557568	696960
139044	175634	219542	270769	351268	439085	585446	731808
145665	183997	229997	283663	367995	459994	613325	766656
152286	192361	240451	296556	384722	480902	641203	801504
158907	200724	250906	309450	401449	501811	669082	836352

Tabelul 4.33

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat, la tensiunea $U = 1000$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

$\Delta U_{[\%]}$	Secţiunea conductoarelor [mm²]								
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
0,2	160	256	384	640	1024	1600	2240	3200	4480
0,4	320	512	768	1280	2048	3200	4480	6400	8960
0,6	480	768	1152	1920	3072	4800	6720	9600	13440
0,8	640	1024	1536	2560	4096	6400	8960	12800	17920
1,0	800	1280	1920	3200	5120	8000	11200	16000	22400
1,2	960	1536	2304	3840	6144	9600	13440	19200	26880
1,4	1120	1792	2688	4480	7168	11200	15680	22400	31360
1,6	1280	2058	3072	5120	8192	12800	17920	25600	35840
1,8	1440	2304	3456	5760	9216	14400	20160	28800	40320
2,0	1600	2560	3840	6400	10240	16000	22400	32000	44800
2,2	1760	2816	4224	7040	11264	17600	24640	35200	49280
2,4	1920	3072	4608	7680	12288	19200	26880	38400	53760
2,6	2080	3328	4992	8320	13312	20800	29120	41600	58240
2,8	2240	3584	5376	8960	14336	22400	31360	44800	62720
3,0	2400	3840	5760	9600	15360	24000	33600	48000	67200
3,2	2560	4096	6144	10240	16384	25600	35840	51200	71680
3,4	2720	4352	6528	10880	17408	27200	38080	54400	76160
3,6	2880	4608	6912	11520	18432	28800	40320	57600	80640
3,8	3040	4864	7296	12160	19456	30400	42560	60800	85120
4,0	3200	5120	7680	12800	20480	32000	44800	64000	89600
4,2	3360	5376	8064	13440	21504	33600	47040	67200	94080
4,4	3520	5632	8448	14080	22528	35200	49280	70400	98560
4,6	3680	5888	8832	14720	23552	36800	51520	73600	103040
4,8	3840	6144	9216	15360	24576	38400	53760	76800	107520
5,0	4000	6400	9600	16000	25600	40000	56000	80000	112000
5,5	4400	7040	10560	17600	28160	44000	61600	88000	123200
6,0	4800	7680	11520	19200	30720	48000	67200	96000	134400
6,5	5200	8320	12480	20800	33280	52000	72800	104000	145600
7,0	5600	8960	13440	22400	35840	56000	78400	112000	156800
7,5	6000	9600	14400	24000	38400	60000	84000	120000	168000
8,0	6400	10240	15360	25600	40960	64000	89600	128000	179200
8,5	6800	10880	16320	27200	43520	68000	95200	136000	190400
9,0	7200	11520	17280	28800	46080	72000	100800	144000	201600
9,5	7600	12160	18240	30400	48640	76000	106400	152000	212800
10,0	8000	12800	19200	32000	51200	80000	120000	160000	224000
10,5	8400	13440	20160	33600	53760	84000	117600	168000	235200
11,0	8800	14080	21120	35200	56320	88000	123200	176000	246400
11,5	9200	14720	22080	36800	58880	92000	128800	184000	257600
12,0	9600	15360	23040	38400	61440	96000	134400	192000	268800

Secţiunea conductoarelor [mm²]							
95	120	150	185	240	300	400	500
6080	7680	9600	920	15360	11840	25600	32000
12160	15360	19200	23680	30720	38400	51200	64000
18240	23040	28800	35520	46080	57600	76800	96000
24320	30720	38400	47360	61440	76800	102400	128000
30400	38400	48000	59200	76800	96000	128000	160000
36480	46080	57600	71040	92160	115200	153600	192000
42560	53760	67200	82880	107520	134400	179200	224000
48640	61440	76800	94720	122880	153600	204800	256000
54720	69120	86400	106560	138240	172800	230400	288000
60800	76800	96000	118400	153600	192000	256000	320000
66880	84480	105600	130240	168960	211200	281600	352000
72960	92160	115200	142080	184320	230400	307200	384000
79040	99840	124800	153920	199680	249600	332800	416000
85120	107520	134400	165760	215040	268800	358400	448000
91200	115200	144000	177600	230400	288000	384000	480000
97280	122880	153600	189440	245760	307200	409600	512000
103360	130560	163200	201280	261120	326400	435200	544000
109440	138240	172800	213120	2762480	345600	460800	576000
115520	145920	182400	224960	291840	364800	486400	608000
121600	153600	192000	236800	307200	384000	512000	640000
127680	161280	201600	248640	322560	403200	537600	672000
133760	168960	211200	260480	337920	422400	563200	704000
139840	176640	220800	272320	353280	441600	588800	736000
145920	184320	230400	284160	368640	460800	614400	768000
152000	192000	240000	296000	384000	480000	640000	800000
167200	211200	264000	325600	422400	528000	704000	880000
182400	230400	288000	355200	460800	576000	768000	960000
197600	249600	312000	384800	499200	624000	832000	1040000
212800	268800	336000	414400	537600	672000	896000	1120000
228000	288000	360000	444000	576000	720000	960000	1200000
243200	307200	384000	473600	614400	768000	1024000	1280000
258400	326400	408000	503200	652800	816000	1088000	1360000
273600	345600	432000	532800	691200	864000	1152000	1440000
288800	364800	456000	562400	729600	912000	1216000	1520000
304000	384000	480000	592000	768000	960000	1280000	1600000
319200	403200	504000	621600	806400	1008000	1344000	1680000
334400	422400	528000	651200	844800	1056000	1408000	1760000
349600	441600	552000	680800	883200	1104000	1472000	1840000
364800	460800	576000	710400	921600	1152000	1536000	1920000

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat la tensiunea $U = 3000$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiune a conductoarelor [mm²]												
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	9	14	20	29	40	55	69	86	107	138	173	230	288
0,4	18	29	40	58	81	109	138	173	213	276	346	461	576
0,6	28	43	60	86	121	164	207	359	320	415	518	691	864
0,8	37	58	81	115	161	219	276	346	426	553	691	922	1152
1,0	46	72	101	144	202	274	346	432	533	691	864	1152	1440
1,2	55	86	121	173	242	328	415	518	639	829	1037	1382	1728
1,4	65	101	141	202	282	383	484	605	746	968	1210	1613	2016
1,6	74	115	161	230	323	438	553	691	852	1106	1382	1843	2304
1,8	83	130	181	259	363	492	622	778	959	1244	1555	2074	2592
2,0	92	144	202	288	403	547	691	864	1066	1382	1728	2304	2880
2,2	101	158	222	317	444	602	760	950	1172	1521	1901	2534	3168
2,4	111	173	242	346	484	657	829	1037	1279	1659	2074	2765	3456
2,6	120	187	262	374	524	711	899	1123	1385	1797	2246	2995	3744
2,8	129	202	282	403	564	766	968	1210	1492	1935	2419	3226	4032
3,0	138	216	302	432	605	821	1037	1296	1598	2074	2592	3456	4320
3,2	147	230	323	461	645	876	1106	1382	1705	2212	2765	3686	4608
3,4	157	245	343	490	685	930	1175	1469	1812	2350	2938	3917	4896
3,6	166	259	363	518	726	985	1244	1555	1918	2488	3110	4147	5184
3,8	175	274	383	547	766	1040	1313	1642	2025	2627	3283	4378	5472
4,0	184	288	403	576	806	1094	1382	1728	2131	2765	3456	4608	5760
4,2	194	302	423	605	847	1149	1452	1814	2238	2903	3629	4838	6048
4,4	203	317	444	634	887	1204	1521	1901	2344	3041	3802	5069	6336
4,6	212	331	464	662	927	1259	1590	1987	2451	3180	3974	5299	6624
4,8	221	346	484	691	968	1313	1659	2074	2557	3318	4147	5530	6912
5,0	230	360	504	720	1008	1368	1728	2160	2664	3456	4320	5760	7200
5,5	253	396	554	792	1109	1505	1901	2376	2930	3802	4752	6336	7920
6,0	276	432	605	864	1210	1642	2074	2592	3197	4147	5184	6912	8640
6,5	300	468	655	936	1310	1778	2246	2808	3463	4493	5616	7488	9360
7,0	323	504	706	1008	1411	1915	2419	3024	3730	4838	6048	8064	10080
7,5	346	540	756	1080	1512	2052	2592	3240	3996	5184	6480	8640	10800
8,0	369	576	806	1152	1613	2189	2765	3456	4262	5530	6912	9216	11520
8,5	392	612	857	1224	1714	2326	2938	3672	4529	5875	7344	9792	12240
9,0	415	648	907	1296	1814	2462	3119	3888	4795	6221	7776	10368	12960
9,5	438	684	958	1368	1915	2599	3283	4104	5062	6566	8208	10944	13680
10,0	461	720	1008	1440	2016	2736	3456	4320	5328	6912	8640	11520	14400
10,5	484	756	1058	1512	2117	2873	3629	4536	5594	7258	9072	12096	15120
11,0	507	792	1109	1584	2218	3010	3802	4752	5861	7603	9504	12672	15840
11,5	530	828	1159	1656	2318	3146	3974	4968	6127	7949	9936	13248	16560
12,0	553	864	1210	1728	2419	3283	4147	5184	6394	8294	10368	13824	17280

Tabelul 4.34

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea					
	16	25	35	50	70	95
0,2	37	58	81	115	161	219
0,4	74	115	161	230	323	438
0,6	111	173	242	346	484	657
0,8	147	230	323	461	645	876
1,0	184	288	403	576	806	1094
1,2	221	346	484	691	968	1313
1,4	258	403	564	806	1129	1532
1,6	295	461	645	922	1290	1751
1,8	332	518	726	1037	1452	1970
2,0	369	576	806	1152	1613	2189
2,2	405	634	887	1267	1774	2408
2,4	442	691	968	1382	1935	2627
2,6	479	749	1048	1498	2097	2845
2,8	516	806	1129	1613	2258	3064
3,0	553	864	1210	1728	2419	3282
3,2	590	922	1290	1843	2580	3502
3,4	627	979	1371	1958	2742	3721
3,6	664	1037	1452	2074	2903	3940
3,8	700	1094	1532	2189	3064	4159
4,0	737	1152	1613	2304	3226	4378
4,2	774	1210	1693	2419	3387	4596
4,4	811	1267	1774	2534	3548	4815
4,6	848	1325	1855	2650	3709	5034
4,8	885	1382	1935	2765	3871	5253
5,0	922	1440	2016	2880	4032	5472
5,5	1014	1584	2218	3168	4435	6019
6,0	1106	1728	2419	3456	4838	6566
6,5	1198	1872	2621	3744	5242	7114
7,0	1290	2016	2822	4032	5645	7661
7,5	1382	2160	3024	4320	6048	8208
8,0	1475	2304	3226	4608	6451	8755
8,5	1567	2448	3427	4896	6854	9302
9,0	1659	2592	3629	5184	7258	9850
9,5	1751	2736	3830	5472	7661	10397
10,0	1843	2880	4032	5760	8064	10944
10,5	1935	3024	4234	6048	8467	11491
11,0	2028	3168	4435	6336	8870	12038
11,5	2120	3312	4637	6624	9274	12586
12,0	2212	3456	4838	6912	9677	13133

Tabelul 4.35

în sistem trifazat la tensiunea $U = 6000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

conductoarelor [mm²]

120	150	185	240	300	400	500
276	346	426	553	691	922	1152
553	691	852	1106	1382	1843	2304
829	1037	1279	1659	2074	2765	3456
1106	1382	1705	2212	2765	3686	4608
1382	1728	2131	2765	3456	4608	5760
1659	2074	2557	3318	4147	5530	6912
1935	2419	2984	3871	4838	6451	8064
2212	2765	3410	4424	5530	7373	9216
2488	3110	3836	4977	6221	8294	10368
2765	3456	4262	5530	6912	9216	11520
3041	3802	4689	6083	7603	10138	12672
3318	4147	5115	6636	8294	11069	13824
3594	4493	5541	7188	8986	11981	14976
3871	4838	5967	7741	9677	12902	16128
4147	5184	6394	8294	10368	13824	17280
4424	5530	6820	8847	11059	14746	18432
4700	5875	7246	9400	11750	15667	19584
4977	6221	7672	9953	12442	16589	20736
5253	6566	8099	10506	13133	17510	21888
5530	6912	8525	11059	13824	18432	23040
5806	7258	8951	11612	14515	19354	24192
6083	7603	9377	12165	15206	20275	25344
6359	7949	9804	12718	15898	21197	26496
6636	8294	10230	13271	16589	22118	27648
6912	8640	10656	13824	17280	23040	28800
7603	9504	11722	15206	19008	25344	31680
8294	10368	12787	16589	20736	27648	34560
8986	11232	13853	17971	22464	29952	37440
9677	12096	14918	19354	24192	32256	40320
10368	12960	15984	20736	25920	34560	43200
11059	13824	17050	22118	27648	36864	46080
11750	14688	18115	23501	29376	39168	48960
12442	15552	19181	24883	31104	41472	51840
13133	16416	20246	26266	32832	43776	54720
13824	17280	21312	27648	34560	46080	57600
14515	18144	22378	29030	36288	48384	60480
15206	19008	23443	30413	38016	50688	63360
15898	19872	24509	31795	39744	52992	66240
16589	20736	25574	33178	41472	55296	69120

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]						
	16	25	35	50	70	95	120
0,2	102	160	224	320	448	608	768
0,4	205	320	448	640	896	1216	1536
0,6	307	480	672	960	1344	1824	2304
0,8	410	640	896	1280	1792	2432	3072
1,0	512	800	1120	1600	2240	3040	3840
1,2	614	960	1344	1920	2688	3648	4608
1,4	717	1120	1568	2240	3136	4256	5376
1,6	819	1280	1792	2560	3584	4864	6144
1,8	922	1440	2016	2880	4032	5472	6912
2,0	1024	1600	2240	3200	4480	6080	7680
2,2	1126	1760	2464	3520	4928	6688	8448
2,4	1229	1920	2688	3840	5376	7296	9216
2,6	1331	2080	2912	4160	5824	7904	9984
2,8	1434	2240	3136	4480	6272	8512	10752
3,0	1536	2400	3360	4800	6720	9120	11520
3,2	1638	2560	3584	5120	7168	9728	12288
3,4	1741	2720	3808	5440	7616	10336	13056
3,6	1843	2880	4032	5760	8064	10944	13824
3,8	1946	3040	4256	6080	8512	11552	14592
4,0	2048	3200	4480	6400	8960	12160	15360
4,2	2150	3360	4704	6720	9408	12768	16128
4,4	2253	3520	4928	7040	9856	13376	16896
4,6	2355	3680	5152	7360	10304	13984	17664
4,8	2458	3840	5376	7680	10752	14592	18432
5,0	2560	4000	5600	8000	11200	15200	19200
5,5	2816	4400	6160	8800	12320	16720	21120
6,0	3072	4800	6720	9600	13440	18240	23040
6,5	3328	5200	7280	10400	14560	19760	24960
7,0	3584	5600	7840	11200	15680	21280	26880
7,5	3840	6000	8400	12000	16800	22800	28800
8,0	4096	6400	8960	12800	17920	24320	30720
8,5	4352	6800	9520	13600	19040	25840	32640
9,0	4608	7200	10080	14400	20160	27360	34560
9,5	4864	7600	10640	15200	21280	28880	36480
10,0	5120	8000	11200	16000	22400	30400	38400
10,5	5376	8400	11760	16800	23520	31920	40320
11,0	5632	8800	12320	17600	24640	33440	42240
11,5	5888	9200	12880	18400	25760	34960	44160
12,0	6144	9600	13440	19200	26880	36480	46080

în sistem trifazat la tensiunea $U = 10\,000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \varrho$

conductoarelor [mm²]						
150	185	240	300	400	500
960	1184	1536	1920	2560	3200
1920	2368	3072	3840	5120	6400
2880	3552	4608	5760	7680	9600
3840	4736	6144	7680	10240	12800
4800	5920	7680	9600	12800	16000
5760	7104	9216	11520	15360	19200
6720	8288	10752	13440	17920	22400
7680	9472	12288	15360	20480	25600
8640	10656	13824	17280	23040	28800
9600	11840	15360	19200	25600	32000
10560	13024	16896	21120	28160	35200
11520	14208	18432	23040	30720	38400
12480	15392	19968	24960	33280	41600
13440	16576	21504	26880	35840	44800
14400	17760	23040	28800	38400	48000
15360	18944	24576	30720	40960	51200
16320	20128	26112	32640	43520	54400
17280	21312	27648	34560	46080	57600
18240	22496	29184	36480	48640	60800
19200	23680	30720	38400	51200	64000
20160	24864	32256	40320	53760	67200
21120	26048	33792	42240	56320	70400
22080	27232	35328	44160	58880	73600
23040	28416	36864	46080	61440	76800
24000	29600	38400	48000	64000	80000
26400	32560	42240	52800	70400	88000
28800	35520	46080	57600	76800	96000
31200	38480	49920	62400	83200	104000
33600	41440	53760	67200	89600	112000
36000	44400	57600	72000	96000	120000
38400	47360	61440	76800	102400	128000
40800	50320	65280	81600	108800	136000
43200	53280	69120	86400	115200	144000
45600	56240	72960	91200	121600	152000
48000	59200	76800	96000	128000	160000
50400	62160	80640	100800	134400	168000
52800	65120	84480	105600	140800	176000
55200	68080	88320	110400	147200	184000
57600	71040	92160	115200	153600	19200

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu

$M = PLc =$

$\Delta U_{[\%]}$	Secţiunea					
	16	25	35	50	70	95
0,2	230	360	504	720	1008	1368
0,4	461	720	1008	1440	2016	2736
0,6	691	1080	1512	2160	3024	4104
0,8	922	1440	2016	2880	4032	5472
1,0	1152	1800	2520	3600	5040	6840
1,2	1382	2160	3024	4320	6048	8208
1,4	1613	2520	3528	5040	7056	9576
1,6	1843	2880	4032	5760	8064	10944
1,8	2074	3240	4536	6480	9072	12312
2,0	2304	3600	5040	7200	10080	13680
2,2	2534	3960	5544	7920	11088	15048
2,4	2765	4320	6048	8640	12096	16416
2,6	2995	4680	6552	9360	13104	17784
2,8	3226	5040	7056	10080	14112	19152
3,0	3456	5400	7560	10800	15120	20520
3,2	3686	5760	8064	11520	16128	21888
3,4	3917	6120	8568	12240	17136	23256
3,6	4147	6480	9072	12960	18144	24624
3,8	4378	6840	9576	13680	19152	25992
4,0	4608	7200	10080	14400	20160	27360
4,2	4838	7560	10584	15120	21168	28728
4,4	5069	7920	11088	15840	22176	30096
4,6	5299	8280	11592	16560	23184	31464
4,8	5530	8640	12096	17280	24192	32832
5,0	5760	9000	12600	18000	25200	34200
5,5	6336	9900	13860	19800	27720	37620
6,0	6912	10800	15120	21600	30240	41040
6,5	7488	11700	16380	23400	32760	44460
7,0	8064	12600	17640	25200	35280	47880
7,5	8640	13500	18900	27000	37800	51300
8,0	9216	14400	20160	28800	40320	54720
8,5	9792	15300	21420	30600	42840	58140
9,0	10368	16200	22680	32400	45360	61560
9,5	10944	17100	23940	34200	47880	64980
10,0	11520	18000	25200	36000	50400	68400
10,5	12096	18900	26460	37800	52920	71820
11,0	12672	19800	27720	39600	55440	75240
11,5	13248	20700	28980	41400	57960	78660
12,0	13824	21600	30240	43200	60480	82080

în sistem trifazat la tensiunea $U = 15\,000$ V

$= sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

conductoarelor [mm²]						
120	150	185	240	300	400	500
1728	2160	2664	3456	4320	5760	7200
3456	4320	5328	6912	8640	11520	14400
5184	6480	7992	10368	12960	17280	21600
6912	8640	10656	13824	17280	23040	28800
8640	10800	13320	17280	21600	28800	36000
10368	12960	15984	20736	25920	34560	43200
12096	15120	18648	24192	30240	40320	50400
13824	17280	21312	27648	34560	46080	57600
15552	19440	23976	31104	38880	51840	64800
17280	21600	26640	34560	43200	57600	72000
19008	23760	29304	38016	47520	63360	79200
20736	25920	31968	41472	51840	69120	86400
22464	28080	34632	44928	56160	74880	93600
24192	30240	37296	48384	60480	80640	100800
25920	32400	39960	51840	64800	86400	108000
27648	34560	42624	55296	69120	92160	115200
29376	36720	45288	58752	73440	97920	122400
31104	38880	47952	62208	77760	103680	129600
32832	41040	50616	65664	82080	109440	136800
34560	43200	53280	69120	86400	115200	144000
36288	45360	55944	72576	90720	120960	151200
38016	47520	58608	76032	95040	126720	158400
39744	49680	61272	79488	99360	132480	165600
41472	51840	63936	82944	103680	138240	172800
43200	54000	66600	86400	108000	144000	180000
47520	59400	73260	95040	118800	158400	198000
51840	64800	79920	103680	129600	172800	216000
56160	70200	86580	112320	140400	187200	234000
60480	75600	93240	120960	151200	201600	252000
64800	81000	99900	129600	162000	216000	270000
69120	86400	106560	138240	172800	230400	288000
73440	91800	113220	146880	183600	244800	306000
77760	97200	119880	155520	194400	259200	324000
82080	102600	126540	164160	205200	273600	342000
86400	108000	133200	172800	216000	288000	360000
90720	113400	139860	181440	226800	302400	378000
95040	118800	146520	190080	237600	316800	396000
99360	124200	153180	198720	248400	331200	414000
103680	129600	159840	207360	259200	345600	432000

Tabelul 4.38

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat la tensiunea $U = 25\,000$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]												
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	640	1000	1400	2000	2800	3800	4800	6000	7400	9600	12000	16000	20000
0,4	1280	2000	2800	4000	5600	7600	9600	12000	14800	19200	24000	32000	40000
0,6	1920	3000	4200	6000	8400	11400	14400	18000	22200	28800	36000	48000	60000
0,8	2560	4000	5600	8000	11200	15200	19200	24000	29600	38400	48000	64000	80000
1,0	3200	5000	7000	10000	14000	19000	24000	30000	37000	48000	60000	80000	100000
1,2	3840	6000	8400	12000	16800	22800	28800	36000	44400	57600	72000	96000	120000
1,4	4480	7000	9800	14000	19600	26600	33600	42000	51800	67200	84000	112000	140000
1,6	5120	8000	11200	16000	22400	30400	38400	48000	59200	76800	96000	128000	160000
1,8	5760	9000	12600	18000	25200	34200	43200	54000	66600	86400	108000	144000	180000
2,0	6400	10000	14000	20000	28000	38000	48000	60000	74000	96000	120000	160000	200000
2,2	7040	11000	15400	22000	30800	41800	52800	66000	81400	105600	132000	176000	220000
2,4	7680	12000	16800	24000	33600	45600	57600	72000	88800	115200	144000	192000	240000
2,6	8320	13000	18200	26000	36400	49400	62400	78000	96200	124800	156000	208000	260000
2,8	8960	14000	19600	28000	39200	53200	67200	84000	103600	134400	168000	224000	280000
3,0	9600	15000	21000	30000	42000	57000	72000	90000	111000	144000	180000	240000	300000
3,2	10240	16000	22400	32000	44800	60800	76800	96000	118400	153600	192000	256000	320000
3,4	10880	17000	23800	34000	47600	64600	81600	102000	125800	163200	204000	272000	340000
3,6	11520	18000	25200	36000	50400	68400	86400	108000	133200	172800	216000	288000	360000
3,8	12160	19000	26600	38000	53200	72200	91200	114000	140600	182400	228000	304000	380000
4,0	12800	20000	28000	40000	56000	76000	96000	120000	148000	192000	240000	320000	400000
4,2	13440	21000	29400	42000	58800	79800	100800	126000	155400	201600	252000	336000	420000
4,4	14080	22000	30800	44000	61600	83600	105600	132000	162800	211200	264000	352000	440000
4,6	14720	23000	32200	46000	64400	87400	110400	138000	170200	220800	276000	368000	460000
4,8	15360	24000	33600	48000	67200	91200	115200	144000	177600	230400	288000	384000	480000
5,0	16000	25000	35000	50000	70000	95000	120000	150000	185000	240000	300000	400000	500000
5,5	17600	27500	38500	55000	77000	104500	132000	165000	203500	264000	330000	440000	550000
6,0	19200	30000	42000	60000	84000	114000	144000	180000	222000	288000	360000	480000	600000
6,5	20800	32500	45500	65000	91000	123500	156000	195000	240500	312000	390000	520000	650000
7,0	22400	35000	49000	70000	98000	133000	168000	210000	259000	336000	420000	560000	700000
7,5	24000	37500	52500	75000	105000	142500	180000	225000	277500	360000	450000	600000	750000
8,0	25600	40000	56000	80000	112000	152000	192000	240000	296000	384000	480000	640000	800000
8,5	27200	42500	59500	85000	119000	161500	204000	255000	314500	408000	510000	680000	850000
9,0	28800	45000	63000	90000	126000	171000	216000	270000	333000	432000	540000	720000	900000
9,5	30400	47500	66500	95000	133000	180500	228000	285000	351500	456000	570000	760000	950000
10,0	32000	50000	70000	100000	140000	190000	240000	300000	370000	480000	600000	800000	1000000
10,5	33600	52500	73500	105000	147000	199500	252000	315000	388500	504000	630000	840000	1050000
11,0	35200	55000	77000	110000	154000	209000	264000	330000	407000	528000	660000	880000	1100000
11,5	36800	57500	80500	115000	161000	218500	276000	345000	425500	552000	690000	920000	1150000
12,0	38400	60000	84000	120000	168000	228000	288000	360000	444000	576000	720000	960000	1200000

Tabelul 4.39

Momentul [MWm] pentru conductoare de aluminiu în sistem trifazat la tensiunea $U = 35\,000$ V

$M = PLc = sU^2\Delta U_{[\%]}/100\rho$

$\Delta U_{[\%]}$	Secțiunea conductoarelor [mm²]													
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
0,2	1254	1960	2744	3920	5488	7448	9408	11760	14504	18816	23520	31360	39200
0,4	2509	3920	5488	7840	10976	14896	18816	23520	29008	37632	47040	62720	78400
0,6	3763	5880	8232	11760	16464	22344	28224	35280	43512	56448	70560	94080	117600
0,8	5018	7840	10976	15680	21952	29792	37632	47040	58016	75264	94080	125440	156800
1,0	6272	9800	13720	19600	27440	37240	47040	58800	72520	94080	117600	156800	196000
1,2	7526	11760	16464	23520	32928	44688	56448	70560	87024	112896	141120	188160	235200
1,4	8781	13720	19208	27440	38416	52136	65856	82320	101528	131712	164640	219520	274400
1,6	10035	15680	21952	31360	43904	59584	75264	94080	116032	150528	188160	250880	313600
1,8	11290	17640	24696	35280	49392	67032	84672	105840	130536	169344	211680	282240	352800
2,0	12544	19600	27440	39200	54880	74480	94080	117600	145040	188160	235200	313600	392000
2,2	13798	21560	30184	43120	60368	81928	103488	129360	159544	206976	258720	344960	431200
2,4	15053	23520	32928	47040	65856	89376	112896	141120	174048	225792	282240	376320	470400
2,6	16307	25480	35672	50960	71344	96824	122304	152880	188552	244608	305760	407680	509600
2,8	17562	27440	38416	54880	76832	104272	131712	164640	203056	263424	329280	439040	548800
3,0	18816	29400	41160	58800	82320	111720	141120	176400	217560	282240	352800	470400	588000
3,2	20070	31360	43904	62720	87808	119168	150528	188160	232064	301056	376320	501760	627200
3,4	21325	33320	46648	66640	93296	126616	159936	199920	246568	319872	399840	533120	666400
3,6	22579	35280	49392	70560	98784	134064	169344	211680	261072	338688	423360	564480	705600
3,8	23834	37240	52136	74480	104272	141512	178752	223440	275576	357504	446880	595840	744800
4,0	25088	39200	54880	78400	109760	148960	188160	235200	290080	376320	470400	627200	784000
4,2	26342	41160	57624	82320	115248	156408	197568	246960	304584	395136	493920	658560	823200
4,4	27597	43120	60368	86240	120736	163856	206976	258720	319088	413952	517440	689920	862400
4,6	28851	45080	63112	90160	126224	171304	216384	270480	333592	432768	540960	721280	901600
4,8	30106	47040	65856	94080	131712	178752	225792	282240	348096	451584	564480	752640	940800
5,0	31360	49000	68600	98000	137200	186200	235200	294000	362600	470400	588000	784000	980000
5,5	34496	53900	75460	107800	150920	204820	258720	323400	398860	517440	646800	862400	1078000
6,0	37632	58800	82320	117600	164640	223440	282240	352800	435120	564480	705600	940800	1176000
6,5	40768	63700	89180	127400	178360	242060	305760	382200	471380	611520	764400	1019200	1274000
7,0	43904	68600	96040	137200	192080	260680	329280	411600	507640	658560	823200	1097600	1372000
7,5	47040	73500	102900	147000	205800	279300	352800	441000	543900	705600	882000	1176000	1470000
8,0	50176	78400	109760	156800	219520	297920	376320	470400	580160	752640	940800	1254400	1568000
8,5	53312	83300	116620	166600	233240	316540	399840	499800	616420	799680	999600	1332800	1666000
9,0	56448	88200	123480	176400	246960	335160	423360	529200	652680	846720	1058400	1411200	1764000
9,5	59584	93100	130340	186200	260680	353780	446880	558600	788940	893760	1117200	1489600	1862000
10,0	62720	98000	137200	196000	274400	372400	470400	588000	725200	940800	1176000	1568000	1960000
10,5	65856	102900	144060	205800	288120	391020	493920	617400	761460	987840	1234800	1646400	2058000
11,0	68992	107800	150920	215600	301840	409640	517440	646800	797720	1034880	1293600	1724800	2156000
11,5	72128	112700	157780	225400	315560	428260	540960	676200	833980	1081920	1352400	1803200	2254000
12,0	75264	117600	164640	235200	329280	446880	564480	705600	870240	1128960	1411200	1881600	2352000

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru şi aluminiu,

$\Delta U_{[\%]}$	Ramificaţia bifazată în reţeaua cu patru conductoare $M = sU^2\Delta U_{[\%]}/2{,}25 \cdot 100\ \rho$												
	Momentul pentru:												
	Conductoare de cupru							Conductoare de aluminiu					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
	$U =$												
0,2	10,2	17,0	27,2	40,8	68,0	109	170	10,3	16,4	24,6	41,0	65,8	103
0,4	20,4	34,0	54,4	81,6	136	218	340	20,6	32,9	49,3	82,1	131	206
0,6	30,6	51,0	81,6	122,4	204	327	510	30,8	49,3	74,0	123	197	308
0,8	40,8	68,0	108,8	163,3	272,0	435	680	41,1	65,8	98,7	164	263	411
1	51,0	85,0	136,1	204,0	340,0	544	850	51,4	82,3	123	205	329	514
1,2	61,2	102,0	163	245	408	653	1 020	61,7	98,7	148	246	395	617
1,4	71,4	119,0	190	286	476	752	1 190	72,0	115	173	288	462	720
1,6	81,6	136,0	218	327	544	871	1 361	82,2	132	197	329	526	823
1,8	91,8	153,0	245	367	612	980	1 531	92,5	148	222	360	592	925
2	102	170,0	272	408	680	1 088	1 701	103	164	247	411	658	1 028
2,2	112	187,0	299	449	748	1 197	1 871	113	181	271	452	724	1 131
2,4	122	204,0	327	490	816	1 306	2 041	123	197	296	493	790	1 234
2,6	133	221,0	354	531	884	1 415	2 211	134	214	321	534	855	1 337
2,8	143	238,0	381	571	952	1 524	2 381	144	230	345	575	921	1 439
3,0	153	255,1	408	612	1 020	1 633	2 551	154	247	370	616	987	1 542
	$U =$												
0,2	3,4	5,7	9,1	13,7	22,8	36,5	57,0	3,4	5,5	8,3	13,8	22,0	34,4
0,4	6,8	11,4	18,2	27,4	45,6	72,9	114	6,9	11,0	16,5	27,5	44,0	68,8
0,6	10,2	17,1	27,4	41,0	68,4	109	171	10,3	16,5	24,8	41,3	66,0	103
0,8	13,7	22,8	36,5	54,7	91,2	146	228	13,8	22,0	33,0	55,1	88,1	138
1,0	17,1	28,5	46,0	68,4	114	182	285	17,2	28,0	41,3	69,0	110	172
1,2	20,5	34,2	54,7	82,1	137	219	342	20,6	33,0	49,6	82,6	132	206
1,4	23,9	39,9	63,8	95,8	160	255	399	24,1	38,5	57,8	96,4	154	241
1,6	27,4	45,6	72,9	109	182	292	456	27,5	44,0	66,1	110	176	275
1,8	30,8	51,3	82,1	123	205	328	513	31,0	49,6	74,3	124	198	310
2,0	34,2	57,0	91,2	136	228	365	570	34,4	55,1	82,6	138	220	344
2,2	37,6	62,7	100	150	251	401	627	37,8	60,6	90,9	151	242	379
2,4	41,0	68,4	109	164	274	437	684	41,3	56,1	99,1	165	264	413
2,6	44,5	74,1	118	178	296	474	741	44,7	71,6	107,4	179	286	447
2,8	47,9	79,8	128	191	319	511	798	48,2	77,1	116	193	308	482
3,0	51,3	85,5	137	205	342	547	855	51,6	82,6	124	206	330	51,6

ramificaţie bifazată şi monofazată din reţeaua cu patru conductoare

Ramificaţie monofazată din reţeaua cu patru conductoare $M = sU^2\Delta U_{[\%]}/6 \cdot 100\ \rho$													$\Delta U_{[\%]}$
Momentul pentru:													
Conductoare de cupru							Conductoare de aluminiu						
1,5	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25	
380/220 V													
3,8	6,4	10,2	15,3	25,5	40,8	63,7	3,8	6,2	9,2	15,4	24,6	38,5	0,2
7,6	12,7	20,4	30,6	51,0	81,6	128	7,7	12,3	18,5	30,8	49,3	77,0	0,4
11,5	19,1	30,6	45,9	76,5	122	191	11,6	18,5	27,7	46,2	73,9	115,0	0,6
15,3	25,5	40,8	61,2	102,0	163	255	15,4	24,6	37,0	61,6	98,5	154	0,8
19,1	32,0	51,0	77,0	128,0	204	319	19,3	31,0	46,2	77,0	123	193	1,0
23,0	38,3	61,2	91,8	153	245	383	23,1	36,9	55,4	92,4	148	231	1,2
26,8	44,6	71,4	107,1	178	286	446	26,9	43,1	64,7	107	172	269	1,4
30,6	51,0	81,6	122,4	204	327	510	30,8	49,3	73,9	123	197	308	1,6
34,4	57,4	91,8	137,7	230	367	574	34,6	55,4	83,2	139	222	346	1,8
38,3	63,8	102	153,0	255	408	638	38,5	61,6	92,4	154	246	385	2,0
42,0	70,2	112	168	281	449	702	42,4	67,7	102	169	271	424	2,2
45,9	76,5	122	184	306	490	765	46,2	73,9	111	185	296	462	2,4
49,7	82,9	133	199	332	531	829	50,0	80,1	120	200	320	501	2,6
53,6	89,3	143	214	357	571	893	53,9	86,2	129	216	345	539	2,8
57,4	95,7	153	230	383	612	957	57,7	92,4	139	231	370	577	3,0
220/127 V													
1,3	2,1	3,4	5,1	8,5	13,7	21,4	1,3	2,1	3,1	5,2	8,3	12,9	0,2
2,6	4,3	6,8	10,3	17,1	27,4	42,7	2,6	4,1	6,2	10,3	16,5	25,8	0,4
3,8	6,4	10,3	15,4	25,6	41,0	64,1	3,8	6,2	9,3	15,5	24,8	38,7	0,6
5,1	8,5	13,7	20,5	34,2	54,7	85,5	5,2	8,3	12,4	20,6	23,0	51,6	0,8
6,4	10,7	17,1	25,6	42,7	68,4	106,9	6,4	10,3	15,5	25,8	41,3	64,5	1,0
7,7	12,8	20,5	30,8	51,3	82,1	128	7,7	12,4	18,6	31,0	49,5	77,4	1,2
9,0	15,0	23,9	35,9	59,8	95,8	150	9,0	14,5	21,7	36,1	57,8	90,3	1,4
10,3	17,1	27,4	41,0	68,4	109	171	10,3	16,5	24,8	41,3	66,1	103,2	1,6
11,5	19,2	30,8	46,2	76,9	123	192	11,6	18,6	27,9	46,4	74,3	116,1	1,8
12,8	21,4	34,2	51,3	85,5	137	214	12,9	20,6	31,0	51,6	82,6	129,0	2,0
14,1	23,5	37,6	56,4	94,0	150	235	14,2	22,7	34,1	56,8	90,8	141,9	2,2
15,4	25,6	41,0	61,6	102	164	256	15,5	24,8	37,2	61,9	99,1	154,8	2,4
16,7	27,8	44,5	66,7	111,0	178	278	16,8	26,9	40,3	67,1	107,4	167,7	2,6
17,9	29,9	47,9	71,8	119,0	191	299	18,1	28,9	43,4	72,3	115,6	180,7	2,8
19,2	32,1	51,3	76,1	128,0	205	321	19,4	31,0	46,5	77,4	123,9	193,6	3,0

Momentul [kWm] pentru conductoare de cupru, curent continuu, la tensiunea de 60 V, 110 V și 220 V

$M = sU^2\Delta U_{[\%]}/200\ \rho$

$\Delta U_{[\%]}$	$U = 60$ V									$U =$			
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	1	1,5	2,5	4
0,2	0,19	0,29	0,47	0,76	1,14	1,90	3,05	4,77	6,68	0,64	0,96	1,60	2,56
0,4	0,38	0,57	0,95	1,53	2,29	3,80	6,10	9,54	13,4	1,28	1,92	3,21	5,13
0,6	0,57	0,86	1,43	2,29	3,43	5,70	9,16	14,3	20,0	1,92	2,88	4,81	7,69
0,8	0,76	1,14	1,91	3,05	4,57	7,60	12,2	19,1	26,7	2,56	3,85	6,41	10,3
1,0	0,95	1,43	2,38	9,81	5,72	9,50	15,3	23,8	33,4	3,21	4,81	8,01	12,8
1,2	1,14	1,72	2,86	4,58	6,87	11,4	18,3	28,6	40,1	3,85	5,77	9,62	15,4
1,4	1,35	2,00	3,33	5,34	8,01	13,3	21,4	33,4	46,7	4,49	6,73	11,2	17,9
1,6	1,53	2,29	3,82	6,10	9,16	15,2	24,4	38,2	53,4	5,13	7,69	12,8	20,5
1,8	1,72	2,58	4,29	6,87	10,3	17,1	27,5	42,9	60,1	5,77	8,66	14,4	23,1
2,0	1,91	2,86	4,77	7,63	11,4	19,0	30,5	47,7	66,8	6,41	9,62	16,0	25,6
2,2	2,10	3,15	5,25	8,39	12,6	20,9	33,6	52,5	73,5	7,05	10,6	17,6	28,2
2,4	2,29	3,43	5,72	9,16	13,7	22,8	36,6	57,2	80,1	7,69	11,5	19,2	30,7
2,6	2,48	3,72	6,20	9,92	14,9	24,7	39,7	62,0	86,8	8,34	12,5	20,8	33,3
2,8	2,67	4,00	6,68	10,7	16,0	26,0	42,7	66,8	99,5	8,98	13,5	22,4	35,9
3,0	2,86	4,29	7,15	11,4	17,2	28,5	45,8	71,5	100	9,62	14,4	24,0	38,5
3,2	3,05	4,57	7,63	12,2	18,3	30,4	48,8	76,3	107	10,3	15,4	25,6	41,0
3,4	3,24	8,86	8,11	13,0	19,4	32,3	51,9	81,1	114	10,9	16,3	27,2	43,6
2,6	3,43	5,15	8,59	13,7	20,6	34,2	54,9	85,9	120	11,5	17,3	28,8	46,2
3,8	3,62	5,44	9,06	14,5	21,7	36,1	58,0	90,6	127	12,2	18,3	30,5	48,7
4,0	3,82	5,72	9,54	15,3	22,9	38,0	61,0	95,4	133	12,8	19,2	32,1	51,3
4,2	4,00	6,01	10,0	16,0	24,0	39,9	64,1	100	140	13,5	20,2	33,7	53,9
4,4	4,19	6,29	10,5	16,8	25,2	41,8	67,2	105	147	14,1	21,6	35,3	56,4
4,6	4,38	6,58	11,0	17,5	26,3	43,7	70,2	110	154	14,7	22,1	36,8	58,0
4,8	4,57	6,87	11,4	18,3	27,5	45,6	73,3	114	160	15,4	23,1	38,5	61,6
5,0	5,77	7,15	11,9	19,1	28,6	47,5	76,3	119	167	16,0	24,0	40,1	64,1

110 V					$U =220$								
6	10	16	25	35	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
3,85	6,41	10,2	16,0	22,4	2,56	3,84	6,41	10,3	15,4	25,6	41,0	64,0	90
7,69	12,8	20,5	32,0	44,8	5,13	7,69	12,8	20,5	30,8	51,3	82,0	128	179
11,5	19,2	30,8	48,1	67,3	7,69	11,5	19,2	30,7	46,2	76,9	123	192	269
15,4	25,6	41,0	64,1	89,8	10,3	15,4	25,6	41,0	61,5	103	164	256	359
19,2	32,1	51,3	80,1	112,2	12,8	19,2	32,1	51,3	76,9	128	205	320	449
23,1	38,5	61,6	96,2	134,7	15,4	23,1	38,5	61,6	92,3	154	246	385	539
26,9	44,9	71,8	112	157	17,9	26,9	44,9	71,8	107	180	287	449	628
30,8	51,3	82,1	128	179	20,5	30,8	51,3	82,1	123	205	328	513	718
34,6	57,7	92,3	144	202	23,1	34,6	57,7	92,3	138	231	369	577	808
38,5	64,1	103	160	224	25,6	38,5	64,1	103	153	256	410	641	897
42,3	70,5	113	176	247	28,2	42,3	70,5	113	169	282	451	705	987
46,2	76,9	123	192	269	30,8	46,2	76,9	123	185	307	492	769	1 077
50,0	83,4	133	208	292	33,3	50,0	83,9	133	200	333	533	834	1 167
53,9	89,8	144	224	314	35,9	53,8	89,8	144	215	359	575	898	1 257
57,7	96,2	154	240	337	38,5	57,7	96,2	154	231	384	616	962	1 347
61,6	103	164	256	359	41,0	61,6	103	164	246	410	657	1 026	1 436
65,4	109	174	272	382	43,6	65,4	109	174	262	436	698	1 090	1 526
69,3	115	185	289	404	46,2	69,2	115	185	277	462	739	1 154	1 616
73,1	122	195	305	426	48,7	73,1	122	195	292	487	780	1 218	1 706
76,9	128	205	320	449	51,3	76,9	128	205	308	513	820	1 282	1 796
80,8	135	215	336	471	53,8	80,8	135	215	323	539	861	1 347	1 885
84,6	141	226	353	494	56,4	84,6	141	226	339	564	902	1 410	1 975
88,5	147	236	369	516	59,0	88,5	147	236	354	590	943	1 474	2 065
92,3	154	246	385	539	61,5	92,1	154	246	369	616	985	1 539	2 155
96,2	160	356	401	561	64,1	96,2	160	256	385	641	1 026	1 603	2 244

Momentul [kWm] pentru conductoare de aluminiu, curent

$M =$

$\Delta U_{[\%]}$	$U = 60$ V									$U =$			
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	2,5	4	6	10
0,2	0,29	0,46	0,69	1,15	1,84	2,88	4,03	5,76	8,06	0,96	1,55	2,32	3,87
0,4	0,58	0,92	1,38	2,30	3,69	5,76	8,1	11,5	16,1	1,91	3,10	4,65	7,74
0,6	0,86	1,38	2,07	3,46	5,53	8,64	12,1	17,3	24,2	2,87	4,65	6,97	11,6
0,8	1,15	1,84	2,76	4,61	7,37	11,5	16,1	23,0	32,2	3,82	6,19	9,29	15,5
1,0	1,44	2,30	3,46	5,76	9,22	14,4	20,1	28,8	40,3	4,84	7,74	11,6	19,4
1,2	1,73	2,76	4,15	6,91	11,1	17,3	24,2	34,6	48,4	5,74	9,29	13,9	23,2
1,4	2,02	3,22	4,84	8,06	12,9	20,2	28,2	40,3	56,4	6,92	10,8	16,3	27,1
1,6	2,30	3,69	5,53	9,22	14,7	23,0	32,2	46,1	64,5	7,65	12,4	18,6	31,0
1,8	2,59	4,15	6,22	10,4	16,6	25,9	36,3	51,8	72,6	8,60	13,9	20,9	34,8
2,0	2,88	4,61	6,91	11,5	18,4	28,8	40,3	57,6	80,6	9,56	15,5	23,2	38,7
2,2	3,17	5,07	7,60	12,7	20,3	31,7	44,3	63,4	88,7	10,5	17,1	25,5	42,6
2,4	3,46	5,53	8,29	13,8	22,1	34,6	48,4	69,1	96,8	11,5	18,6	27,9	46,5
2,6	3,74	5,99	8,98	15,0	24,0	37,4	52,4	74,9	104,8	12,4	20,1	30,2	50,3
2,8	4,03	6,45	9,68	16,1	25,8	40,3	56,4	80,6	112,8	13,4	21,7	32,5	54,2
3,0	4,32	6,91	10,4	17,3	27,6	43,2	60,5	86,4	121,0	14,3	23,2	34,8	58,1
3,2	4,61	7,37	11,1	18,4	29,5	46,1	64,5	92,2	129,0	15,3	24,8	37,2	61,9
3,4	4,89	7,83	11,8	19,6	31,3	49,0	68,5	97,9	137,1	16,3	26,3	39,5	65,8
3,6	5,18	8,29	12,4	20,7	33,2	51,8	72,6	103,7	145,1	17,2	27,9	41,8	69,6
3,8	5,47	8,75	13,1	21,9	35,0	54,7	76,6	109,4	153,2	18,2	29,4	44,1	73,6
4,0	5,76	9,22	13,8	23,0	36,8	57,6	80,6	115,2	161,3	19,1	31,0	46,5	77,4
4,2	6,05	9,68	14,5	24,2	38,7	60,5	84,7	120,9	169,3	20,1	32,5	48,8	81,3
4,4	6,34	10,1	15,2	25,3	40,5	63,4	88,7	126,7	177,4	21,0	34,1	51,1	85,2
4,6	6,62	10,6	15,9	26,5	42,4	66,2	92,7	132,5	185,5	21,9	35,6	53,4	89,0
4,8	6,91	11,1	16,6	27,6	44,2	69,1	96,8	138,2	193,5	22,9	37,1	55,7	92,9
5,0	7,20	11,5	17,3	28,8	46,1	72,0	100,8	144,0	201,6	23,9	38,7	58,1	96,9

continuu, la tensiunea de 60 V, 110 V și 220 V

$= s \cdot U^2 \Delta U_{[\%]} / 200\ \rho$

110 V					$U = 220$ V								
16	25	35	50	70	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
6,19	9,68	13,4	19,4	27,1	3,87	6,19	9,29	15,5	24,8	38,7	54,2	77,44	108
12,3	19,4	27,1	38,7	54,2	7,74	12,4	18,6	31,0	49,6	77,4	108	155	217
18,6	29,0	40,6	58,1	81,3	11,6	18,6	27,9	46,5	74,3	116	163	232	326
24,8	38,7	54,2	77,4	108	15,5	24,8	37,1	62,0	99,1	155	217	309	434
31,0	48,4	67,7	96,8	136	19,4	31,0	46,5	77,4	123	194	271	387	542
37,2	58,1	81,3	116,2	163	23,2	37,2	55,7	92,9	149	232	325	465	650
43,4	67,7	94,9	135	190	27,1	43,4	65,0	108	173	271	378	542	759
49,6	77,4	108	154	217	31,0	49,6	74,3	124	198	310	434	619	867
55,8	87,1	122	174	244	34,8	55,7	83,6	139	223	348	488	697	976
62,0	96,8	135	194	271	38,7	61,9	92,9	155	248	387	542	774	1 084
68,1	106	149	213	298	42,6	68,1	102	170	273	426	596	852	1 192
74,3	116	163	232	325	46,5	74,3	111	186	297	465	650	929	1 301
80,5	126	176	252	352	50,3	80,5	121	201	322	503	705	1 007	1 409
86,7	136	190	271	379	54,2	86,7	130	217	347	542	759	1 084	1 518
92,9	145	203	290	407	58,0	92,9	139	232	372	581	813	1 061	1 626
99,1	155	217	310	434	61,9	99,1	149	248	396	620	867	1 239	1 735
105	165	230	329	461	65,8	105	158	263	421	658	922	1 316	1 843
111	174	244	348	488	69,7	111	167	279	446	697	976	1 394	1 951
118	184	257	368	514	73,6	118	176	294	471	736	1 030	1 471	1 060
124	194	271	387	542	77,4	124	186	310	496	774	1 084	1 549	2 168
130	203	285	407	569	81,3	130	195	325	520	813	1 138	1 626	2 277
136	213	298	426	596	85,2	136	204	341	545	852	1 193	1 704	2 385
142	223	312	445	623	89,0	142	214	356	570	891	1 247	1 771	2 493
148	232	325	465	650	92,9	149	223	372	594	929	1 301	1 858	2 602
155	242	339	484	678	96,8	155	232	387	619	968	1 355	1 936	2 710

Momentul [W · m] pentru conductoare de

$M =$

$\Delta U_{[\%]}$	$U = 6$ V							$U = 12$ V								
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	1	1,5	2,5	4	6	10	16	1	1,5
	Conductoare															
1	9,5	14	24	38	57	95	153	38	57	95	153	229	382	611	153	229
2	19,0	29	48	76	114	191	305	76	114	191	305	458	763	1 221	302	458
3	28	43	72	114	172	286	458	114	172	286	458	687	1 145	1 832	458	687
4	38	57	95	153	229	382	611	153	229	382	611	916	1 526	2 443	610	916
5	48	72	119	191	286	477	763	191	286	477	763	1 145	1 908	3 054	763	1 145
6	57	86	143	229	343	572	916	229	343	572	916	1 374	2 290	3 664	916	1 374
7	67	100	167	267	401	668	1 068	267	401	668	1 069	1 603	2 672	4 275	1 068	1 603
8	76	114	191	305	458	763	1 221	305	458	763	1 221	1 832	3 054	4 886	1 221	1 832
9	86	129	215	343	515	859	1 374	343	515	859	1 374	2 061	3 435	4 596	1 374	2 061
10	95	143	238	382	572	954	1 526	381	572	954	1 527	2 290	3 817	6 107	1 526	2 290
	Conductoare															
1			14	23	35	58	92	—	—	58	92	138	230	369	—	—
2	—	—	28	46	69	115	184	—	—	115	184	276	461	737	—	—
3	—	—	43	69	104	173	276	—	—	173	276	415	691	1 106	—	—
4	—	—	58	92	138	230	369	—	—	230	369	553	922	1 474	—	—
5	—	—	72	115	173	288	461	—	—	288	461	691	1 152	1 843	—	—
6	—	—	86	138	207	346	353	—	—	346	553	829	1 382	2 212	—	—
7	—	—	101	161	242	403	645	—	—	403	645	968	1 613	2 580	—	—
8	—	—	115	184	276	461	737	—	—	461	737	1 105	1 843	2 949	—	—
9	—	—	130	207	311	518	829	—	—	518	829	1 244	2 074	3 318	—	—
10	—	—	144	230	346	576	922	—	—	576	922	1 382	2 304	3 686	—	—

26—74

cupru şi aluminiu curent continuu

$= sU\Delta U_{[\%]}/200\ \rho$

$U = 24$ V					$U = 48$ V						
2,5	4	6	10	16	1	1,5	2,5	4	6	10	16
de cupru											
382	610	916	1 526	2 442	610	916	1 526	2 442	3 663	6 106	9 769
763	1 221	1 832	3 053	4 884	1 221	1 832	3 053	4 884	7 327	12 211	19 538
1 145	1 832	2 748	4 579	7 327	1 832	2 748	4 579	7 327	10 990	18 317	29 307
1 526	2 442	2 663	6 106	9 769	2 442	3 663	6 106	9 769	14 653	24 422	39 076
1 908	3 053	4 579	7 632	12 211	3 053	4 579	7 632	12 211	18 317	30 528	48 845
2 290	3 663	5 495	9 158	14 653	3 663	5 495	9 158	14 653	21 980	36 633	58 614
2 671	4 274	6 411	10 684	17 096	4 274	6 411	10 685	17 096	25 643	24 739	68 383
3 053	4 884	7 327	12 211	19 538	4 884	7 327	12 211	19 538	29 307	48 845	78 152
3 434	5 495	8 242	13 737	21 980	5 495	8 243	13 738	21 980	32 970	54 950	87 920
3 816	6 105	9 158	15 264	24 422	6 106	9 158	15 264	24 422	36 634	61 056	97 690
de aluminiu											
230	369	553	922	1 474	—	—	922	1 475	2 212	3 686	5 898
461	737	1 106	1 843	2 949	—	—	1 843	2 949	4 424	7 373	11 796
691	1 106	1 659	2 765	4 424	—	—	2 765	4 424	6 635	11 059	17 694
922	1 475	2 212	3 686	5 898	—	—	3 686	5 898	8 847	14 745	23 593
1 152	1 843	2 765	4 608	7 373	—	—	4 608	7 373	11 059	18 432	29 491
1 382	2 212	3 318	5 529	8 847	—	—	5 529	8 847	13 271	22 118	35 389
1 613	2 580	3 871	6 451	10 322	—	—	6 451	10 322	15 482	25 805	41 288
1 843	2 949	4 424	7 372	11 796	—	—	7 373	11 769	17 695	29 491	47 186
2 074	3 318	4 977	8 294	13 271	—	—	8 294	13 271	19 906	33 177	53 084
2 304	3 686	5 530	9 216	14 745	—	—	9 216	14 746	22 118	36 864	58 982

4.5.4. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile și factori de putere cos φ diferiți — fig. 4.8

Căderea de tensiune pentru astfel de rețele se determină prin însumarea căderilor de tensiune de-a lungul porțiunilor de rețea $l_1, l_2, \ldots, l_n$.

$$M_{2-3} = P_3 l_3 c_3,$$
$$M_{1-2} = l_2(P_2 c_2 + P_3 c_3')$$
$$M_{0-1} = l_1(P_1 c_1 + P_2 c_1' + P_3 c_1'').$$

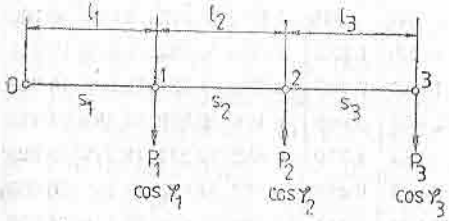


Fig. 4.8. Rețele electrice cu sarcini concentrate, secțiuni variabile, factori de putere diferiți.

Pe baza celor trei momente de sus, rezultă $\Delta U_{3[\%]}$ pe traseul l_3, secțiunea s_3; $\Delta U_{2[\%]}$ pe traseul l_2 și secțiunea s_2 și $\Delta U_{1[\%]}$ pe traseul l_1 și secțiunea s_1.

$$\Delta U_{[\%]} = \Delta U_{1[\%]} + \Delta U_{2[\%]} + \Delta U_{3[\%]}.$$

Coeficienții de reactanță corespund astfel:

c_3 pentru s_3 și cos φ_3,
c_2 pentru s_2 și cos φ_2,
c_2' pentru s_2 și cos φ_3,
c_1 pentru s_1 și cos φ_1,
c_1' pentru s_1 și cos φ_2,
c_1'' pentru s_1 și cos φ_3.

În general, în faza de proiectare, cînd factorii de putere cos φ nu sînt determinați cu precizie, se poate lua un factor de putere constant, acoperitor din punct de vedere al căderilor de tensiune, aplicîndu-se metoda de calcul a căderilor de tensiune de la § 4.5.3.

4.5.5. Rețele electrice cu sarcini uniform repartizate — fig. 4.9

În acest caz:

$$L = l_0 + \frac{l}{2},$$
$$M = PLc,$$
$$P = nP$$

unde n este numărul de consumatori.

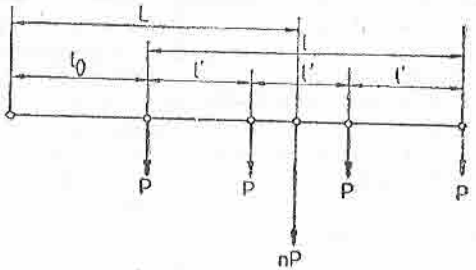


Fig. 4.9. Rețele electrice cu sarcini uniform distribuite.

4.5.6. Rețele electrice de iluminat cu racorduri trifazate, bifazate și monofazate din rețeaua trifazată — fig. 4.10

Momentul sarcinii electrice se determină cu relația:

$$M = \Sigma M + \Sigma \alpha m.$$

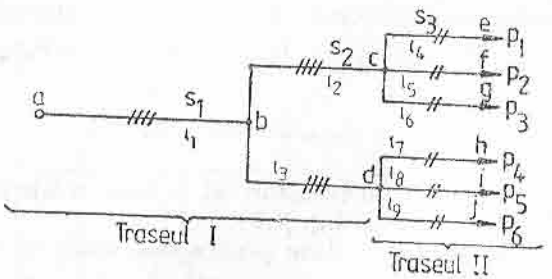


Fig. 4.10. Rețele de iluminat.

Din tabelele 4.18 și 4.30 rezultă căderea de tensiune [%] (pentru $U = 380/220$ V).

ΣM este suma momentelor porțiunii date (trei faze și nul) și a racorduriler (trei faze și nul); pe figura 4.10 — traseul *I*.

$\Sigma \alpha m$ — suma momentelor porţiunilor ramificate (monofazate sau bifazate); pe figura 4.11 — traseul *II*

α — coeficientul de transformare a momentului pentru ramificaţiile monofazate sau bifazate — tabelul 4.44.

Tabelul 4.44

Coeficientul de transformare a momentelor [19]

Linia	Ramificaţia	Coeficientul de transformare, α
Trei faze şi nul	monofazat	1,85
Trei faze şi nul	bifazat cu nul	1,39
Bifazat	monofazat	1,33
Trei faze fără nul	bifazat (două conductoare)	1,15

4.5.7. Reţele electrice alimentate din două surse, secţiuni variabile şi factorul de putere cos φ al tuturor sarcinilor — fig. 4.11

Cu ajutorul tabelului 4.15 se înlocuiesc secţiunile date $s_1, s_2, \ldots, s_n$ cu o secţiune $s = 50$ mm² (§ 4.5.3). Înlocuirea reţelei date cu o reţea echivalentă din punct de vedere al căderilor de tensiune este redată în figura 4.11, *b*. Se calculează punctul de separare al sarcinilor, cu relaţiile:

$$P_B = \frac{P_1L_1 + P_2L_2 + \ldots + P_nL_n}{L},$$

$$P_A = \frac{P_1L'_1 + P_2L'_2 + \ldots + P_nL'_n}{L}.$$

Reţeaua s-a transformat în două reţele cu aceeaşi cădere de tensiune — fig. 4.11, *c*.

Lungimile reduse pentru cele două reţele:

$$L = \frac{P_1L_1 + P_2L_2 + P'_3L_3}{P_1 + P_2 + P'_3}; \quad L' = \frac{P_4L'_4 + P''_3L'_3}{P_4 + P''_3}.$$

Se calculează cele două momente ale sarcinilor electrice:

$$M_1 = (P_1 + P_2 + P'_3)\ Lc; \quad M_2 = (P_4 + P''_3)L'c.$$

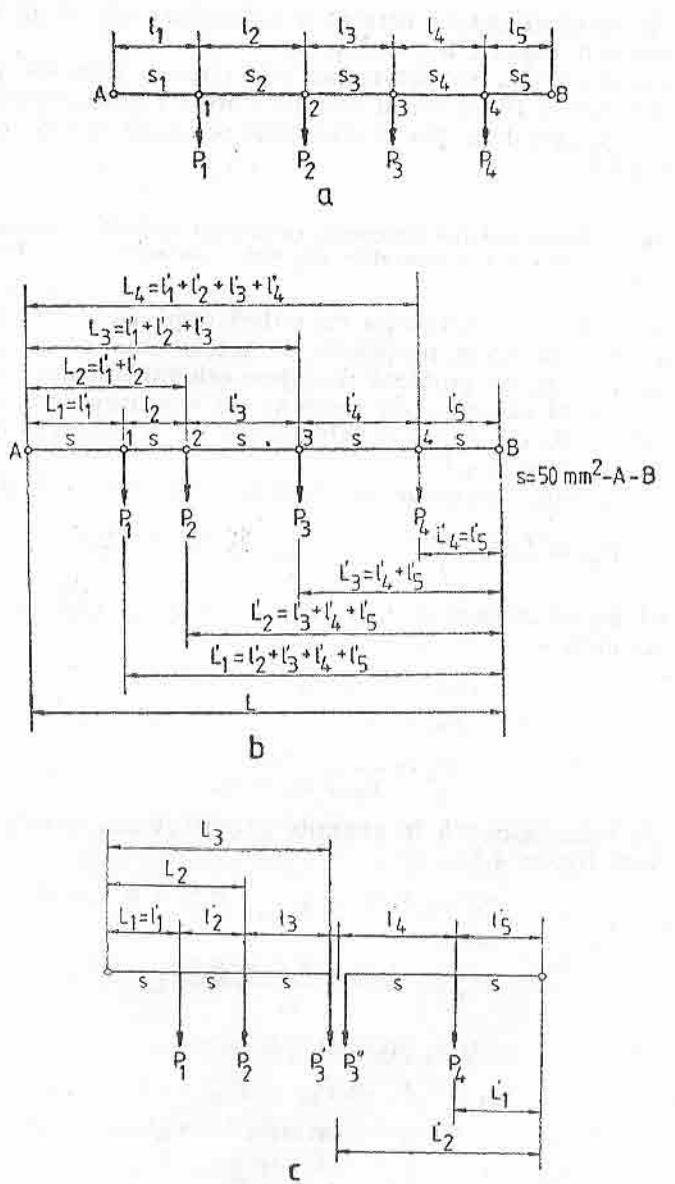


Fig. 4.11. Reţele electrice alimentate din două surse.

În cazul efectuării corecte a calculelor, cele două momente sînt egale: $M_1 = M_2$.

Cu $M_1 = M_2$ se determină căderea de tensiune [%] din tabelele 4.16—4.39, în situaţia normală de funcţionare.

În situaţia de avarie a unei surse se aplică metoda dată la § 4.5.3.

4.5.8. Reţele electrice complexe, cu secţiuni variabile şi factori de putere cos φ alimentate din mai multe surse — fig. 4.12

Se calculează circulaţia de puteri după cum urmează:

a) Se înlocuiesc porţiunile de reţele echivalente din punct de vedere al căderilor de tensiune cu secţiunea constantă $s = 50$ mm², cu ajutorul tabelului 4.15, rezultatele fiind trecute în figura 4.12, *b*.

b) Se mută sarcinile în noduri vezi figura 4.13.

$$P_M = \frac{P_1(l_2 + l_3) + P_2 l_3}{l} \; ; \; P_N = \frac{P_1 l_1 + P_2(l_1 + l_2)}{l}.$$

c) Se efectuează transfigurări ale triunghiului în stea echivalentă — vezi figura 4.14:

$$P_1 = \frac{P_{12}P_{13}}{P_{12} + P_{23} + P_{31}} \; ; \; P_2 = \frac{P_{21}P_{23}}{P_{12} + P_{23} + P_{31}} \; ;$$

$$P_3 = \frac{P_{31}P_{32}}{P_{12} + P_{23} + P_{31}}.$$

Se transfigurează în anumite situaţii steaua în triunghi — vezi figura 4.14.

$$P_{12} = \frac{P_1P_2 + P_2P_3 + P_3P_1}{P_3} \; ; \; P_{23} = \frac{P_1P_2 + P_2P_3 + P_3P_1}{P_1} \; ;$$

$$P_{31} = \frac{P_1P_2 + P_2P_3 + P_3P_1}{P_2}.$$

Puterile care trec prin laturile stelei:

$$P_1 = P_{12} - P_{31}; \quad P_2 = P_{23} - P_{12}; \quad P_3 = P_{31} - P_{23}$$

Puterile care trec prin laturile triunghiului iniţial:

$$P_{12} = P_1 - P_2; \quad P_{23} = P_2 - P_3;$$

$$P_{31} = P_3 - P_1.$$

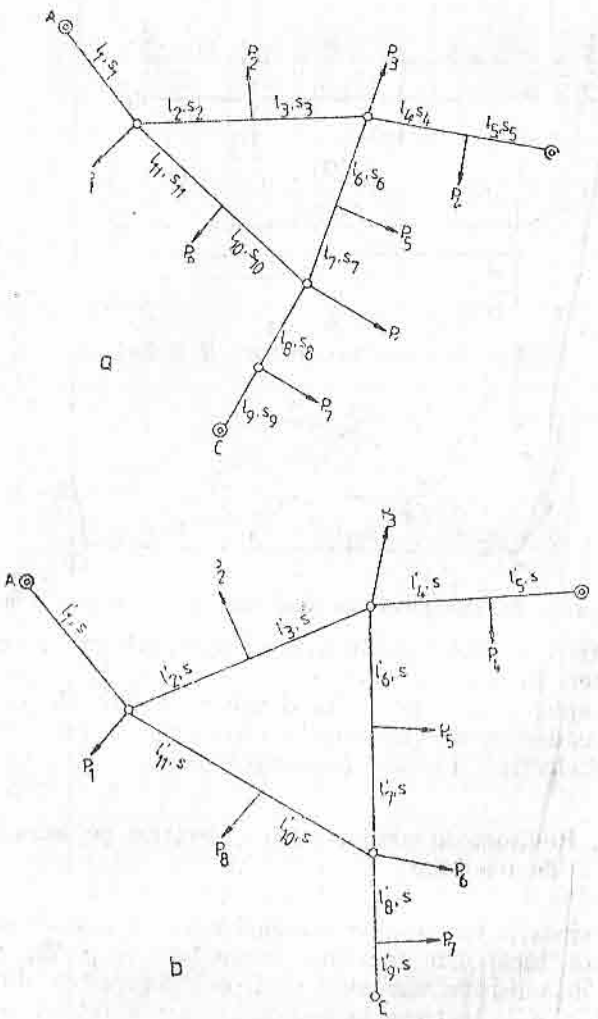


Fig. 4.12. Reţele electrice complexe.

După transformările de sus, care se aplică în funcţie de configuraţia reţelei, se ajunge din punct de vedere al căderilor de tensiune la o reţea alimentată din două capete şi se aplică metoda de la § 4.5.7.

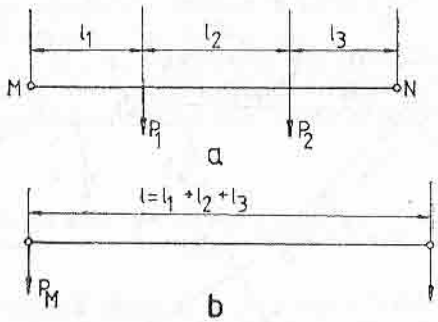


Fig. 4.13. Mutarea sarcinilor în noduri.

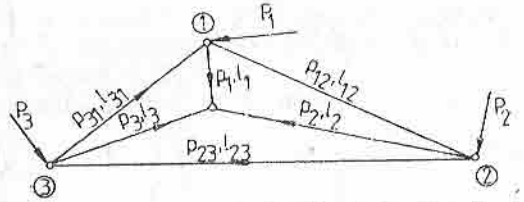


Fig. 4.14. Transfigurarea sarcinilor din Δ în Y și din Y în Δ.

Se trece la transfigurări inverse și se stabilesc circulațiile de puteri în rețeaua dată.

În aplicațiile date se dă detaliat metoda de determinare a căderilor de tensiune și a circulației de puteri pentru rețelele electrice buclate **(aplicația 5.6).**

4.6. Redimensionarea rețelelor electrice pe baza căderii de tensiune

În situația în care, la dimensionarea rețelelor electrice pe baza încărcării maxime admisibile (cap. 2), rezultă căderi de tensiune mai mari decît cele admisibile din tabelul 4.1 și 4.2, se trece la redimensionarea rețelei pe baza căderilor de tensiune.

Se calculează momentul redus cu relația:

$$M' = PL = \frac{sU^2 \Delta U_{[\%]}}{100\ \rho c}.$$

Valorile momentului redus M sînt date pentru diverse tensiuni și $\cos\varphi = 0{,}85$ la o cădere de tensiune de 5% în tabelul 4.45.

Tabelul 4.45

Momentele reduse $M = PL = sU^2 \cdot \Delta U[\%]/100\ \rho\ c$ în kWm pentru $U = 0{,}38 - 1$ kV și în MWm pentru $U = 6 - 35$ kV, pentru un factor de putere $\cos\varphi = 0{,}85$ și o cădere de tensiune de 5%

Materialul	Secțiunea [mm²]	Momentul [kWm] Tensiunile [kV]/distanța medie între conductoare [mm] 0,38/600	0,66/600	1/800	Momentul [MWm] 6/1500	10/1500	15/1500	20/2000	25/3500	35/3500
Cupru	16	5 154	15 545	35 387	1 252	3 479	7 828	13 804	21 253	41 655
	25	7 452	22 487	51 040	1 793	4 981	11 207	19 692	30 127	59 048
	35	9 662	29 146	66 033	2 304	6 399	14 398	25 216	38 352	75 170
	50	9 218	37 633	84 936	2 937	8 159	18 357	32 051	48 400	94 864
	70	15 661	47 243	105 891	3 627	10 074	22 666	39 361	84 421	115 607
	95	18 816	56 761	126 641	4 237	11 937	26 858	46 446	69 108	135 451
	120	23 312	70 322	156 681	5 302	14 728	33 137	57 238	84 990	166 581
	150	23 780	71 739	158 841	5 311	14 752	33 191	59 007	83 912	164 467
	185	26 208	79 059	174 429	5 780	16 055	36 123	61 881	90 607	177 590
	240	—	—	—	6 358	17 661	39 738	67 826	98 716	193 483
	300	—	—	—	6 843	19 008	42 769	72 776	105 395	206 575
Aluminiu	16	3 275	10 019	22 865	817	2 268	5 104	—	—	—
	25	4 932	14 880	33 901	1 200	3 335	7 504	13 237	—	—
	35	6 557	19 781	45 005	1 586	4 405	9 910	17 439	26 742	52 414
	50	8 737	26 356	59 786	2 092	5 810	13 074	22 946	34 982	68 565
	70	11 253	33 946	76 744	2 664	7 400	16 649	29 117	44 220	86 671
	95	13 973	42 151	96 074	3 268	9 078	20 425	35 551	53 545	104 949
	120	16 245	49 004	110 041	3 761	10 448	23 509	40 945	61 259	120 067
	150	18 666	56 309	125 839	4 270	11 862	26 690	46 161	75 126	141 367
	185	21 123	63 720	141 410	4 750	13 193	29 684	51 427	—	—

Practic, pe baza momentului redus, rețeaua se redimensionează astfel:

Pe verticala tensiunii se merge pînă la cel mai apropiat moment superior lui M și pe orizontală se găsește secțiunea necesară.

4.7. Determinarea căderilor de tensiune pentru rețele electrice cu conductoare de oțel

Căderile de tensiune pentru rețele electrice cu conductoare de oțel se determină pe baza nomogramelor din figurile 4.15—4.25.

Modul de determinare a valorii căderilor de tensiune [%] pentru conductoare de oțel este redat pe fiecare nomogramă.

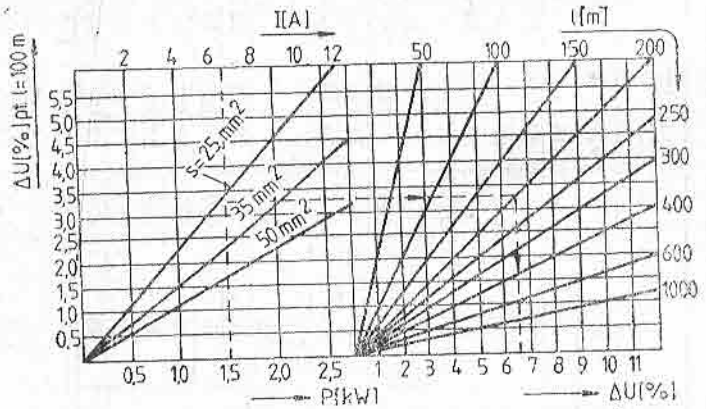


Fig. 4.15. Conductoare de oțel multifilare cu tensiune de 220V fază și nul; cos φ = 1.

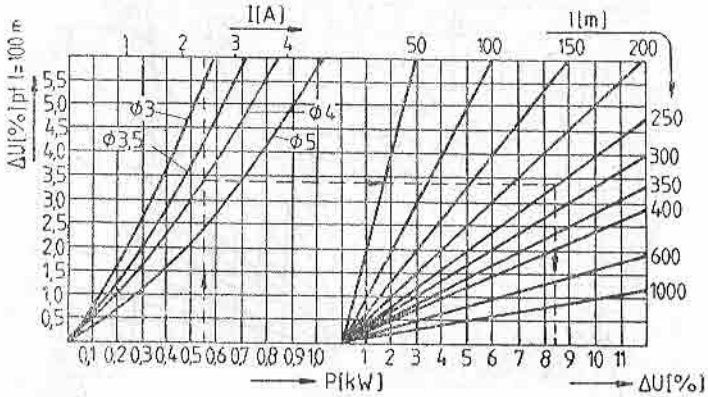


Fig. 4.16. Conductoare de oțel monofilare cu tensiunea de 220V fază și nul; cos φ = 1.

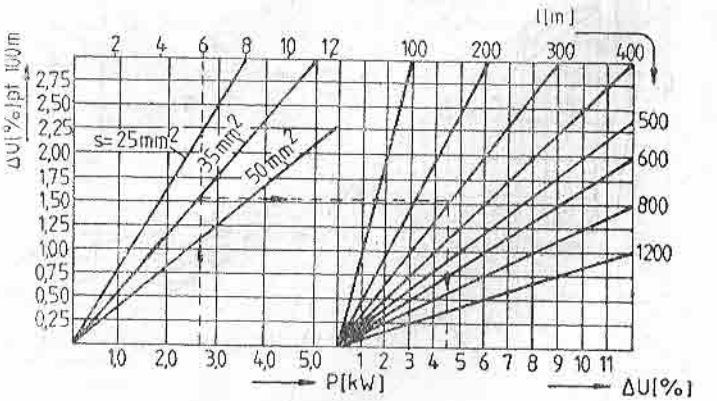


Fig. 4.17. Conductoare de oțel multifilare cu tensiunea de 2×220V (două faze și nul); cos φ = 1.

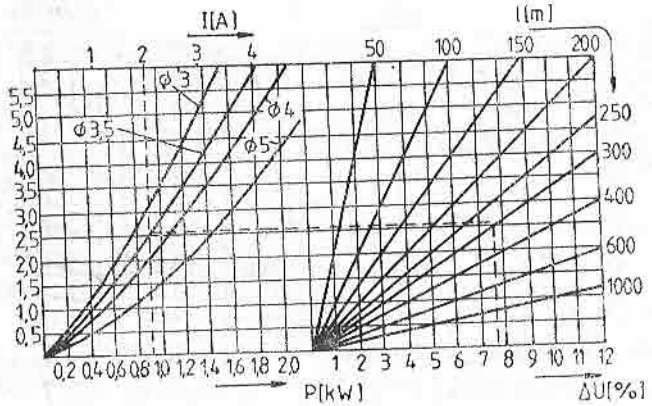


Fig. 4.18. Conductoare de oțel monofilare, cu tensiunea de 2×220 V (două faze și nul); cos $\varphi = 1$

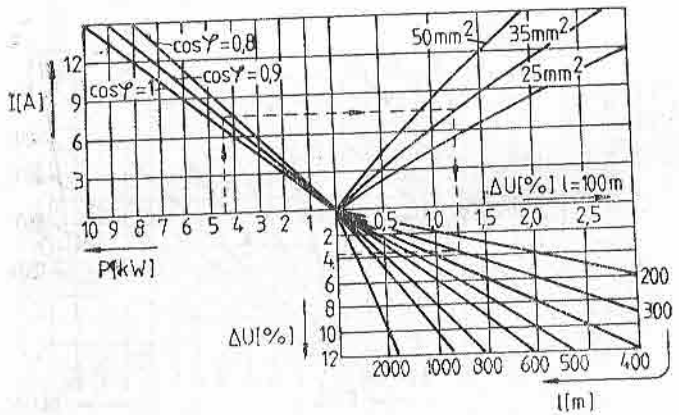


Fig. 4.19. Conductoare de oțel multifilare cu tensiunea de 380/220V (trei faze și nul).

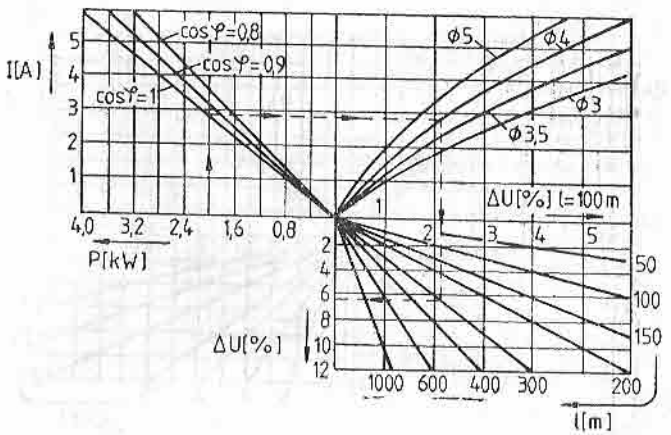


Fig. 4.20. Conductoare de oțel monofilare cu tensiunea de 380/220V (trei faze și nul)

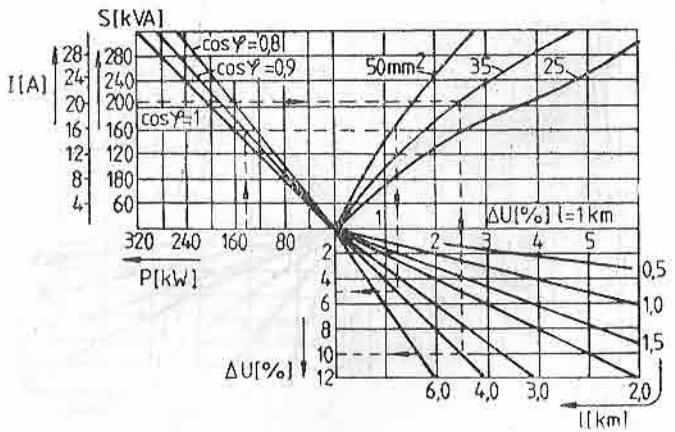


Fig. 4.21. Conductoare de oțel multifilare cu tensiunea de 6kV (trei faze)

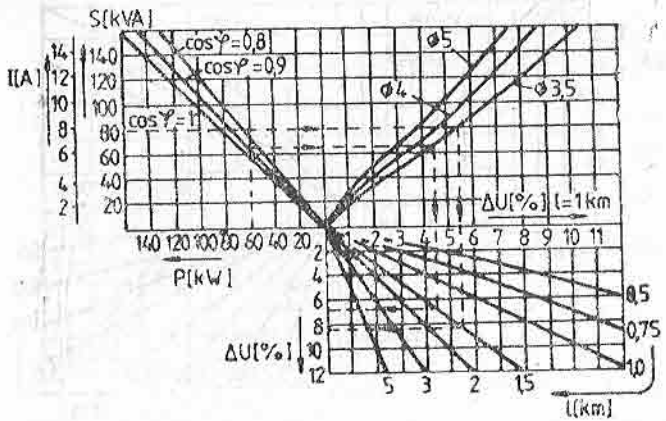


Fig. 4.22. Conductoare de oțel monofilare cu tensiunea de 6kV (trei faze).

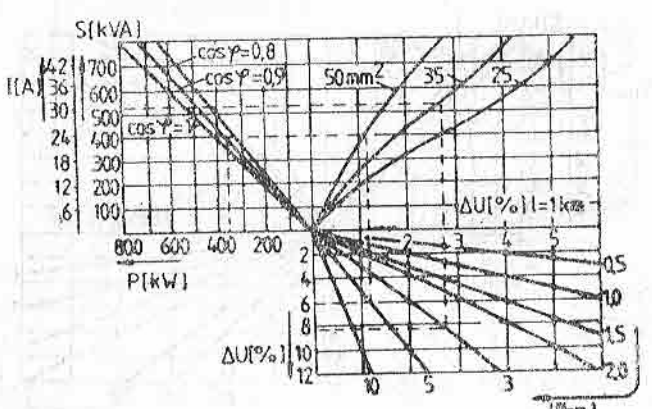


Fig. 4.23. Conductoare de oțel multifilare cu tensiunea de 10 kV (trei faze).

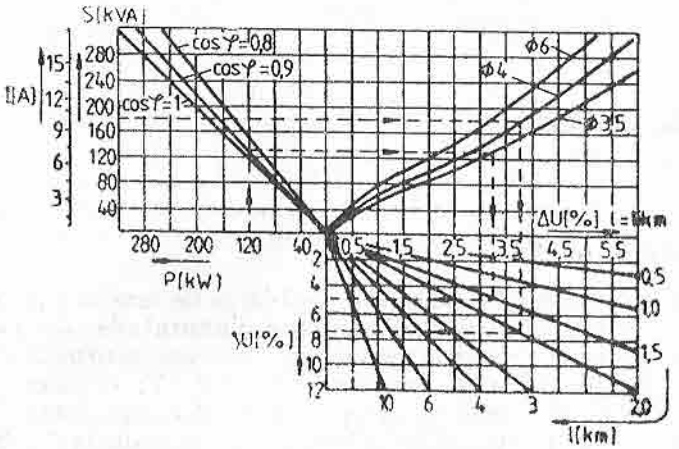


Fig. 4.24. Conductoare de oțel monofilare cu tensiunea de 10 kV (trei faze).

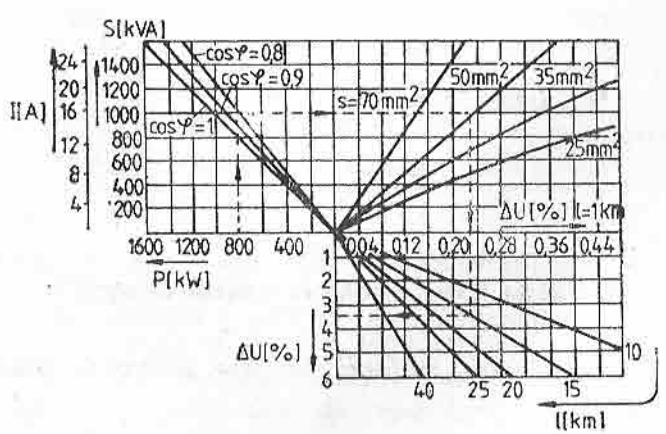


Fig. 4.25. Conductoare de oțel multifilare cu tensiunea de 35 kV (trei faze).

5. Aplicații

Aplicația 5.1

Să se determine secțiunea și căderea de tensiune pentru LEC — fig. 5.1, care alimentează motorul de acționare a unei mașini de extracție miniere. Se cunosc următoarele date de dimensionare: tensiunea $U = 6$ kV, randamentul $\eta = 0{,}926$, $L = 850$ m $\cos\varphi = 0{,}85$, distanța între cele nouă cabluri pozate alăturat este egală cu diametrul cablului, opt cabluri alimentează alți consumatori, temperatura mediului ambiant: +35°C. Cablul folosit este de tipul ACHPAbI—6 kV trifazat cu conductoare de aluminiu, izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb, cu armătura din bandă de oțel și înveliș exterior din iută — STAS 4481/2-85.

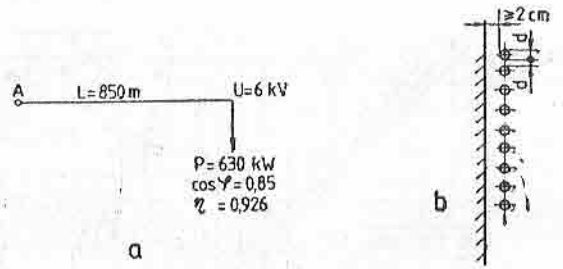


Fig. 5.1. Rețea electrică cu o sarcină de capăt.

a) Determinarea secțiunii pe baza încărcării maxime admise

Curentul maxim:

$I_M = kP/\eta = 113{,}206 \cdot 0{,}63/0{,}926 = 77{,}02$ A;

$k = 113{,}206$ din tabelul 2.2 ($U = 6$ kV, $\cos\varphi = 0{,}85$).

Curentul de calcul I_C [A]:

$$I_c = \frac{I_M}{k_1 k_2 \dots k_n} = \frac{77{,}02}{0{,}86 \cdot 0{,}95} = 94{,}27\text{A} \approx 95 \text{ A}.$$

Coeficienții de corecție:

$k_2 = 0{,}86$ este coeficientul de corecție pentru un număr de nouă cabluri (opt existente) pozate alăturat pe peretele galeriei — tabelul 2.6, pct. 3;

$k_3 = 0{,}95$ — coeficient de corecție pentru temperatura mediului ambiant +35°C, pozare în aer, $U = 6$ kV — tabelul 2.7.

Pentru curentul de calcul $I_c = 95$ A, din tabelul 2.4, rezultă ca necesar un cablu ACHPAbI 6 kV —3×35 mm² — STAS 4481/2-85. Acest cablu admite o încărcare de 110 A.

b) Determinarea căderii de tensiune

Se determină momentul sarcinii electrice:

$$M = PLc = 0{,}63 \cdot 850 \cdot 1{,}060 = 563{,}63 \text{ MWm} \approx \approx 564 \text{ MWm}.$$

$c = 1{,}06$ este coeficientul care ține seama de reactanța LEC și s-a ales din tabelul 4.14 ($U = 6$ kV; $\cos\varphi = 0{,}85$; $s = 35$ mm²).

Pentru $M = 564$ MWm și $s = 35$ mm², aluminiu, din tabelul 4.35 rezultă căderea de tensiune:

$$\Delta U_{[\%]} = 1{,}4\% < \Delta U_{[\%]admisibil} = 5\%.$$

Căderea de tensiune admisibilă de 5% este precizată în tabelul 4.2.

Aplicația 5.2

Dintr-o LEA la 10 kV se alimentează trei stații de transformare 10/0,4 kV, la $\cos\varphi = 0{,}9$ și la temperatura mediului ambiant: +35°C. Puterile aparente ale celor trei stații trafo sînt: $s_1 = 1600$ kVA; $s_2 = 1000$ kVA; $s_3 = 630$ kVA. Materialul L.E.A.-aluminiu.

Lungimile porțiunilor de rețea l_1, l_2 și l_3 sînt redate în fig. 5.2.

Se cere determinarea secțiunilor necesare și a căderilor de tensiune. Căderile de tensiune admise-conform tabelului 2.2.

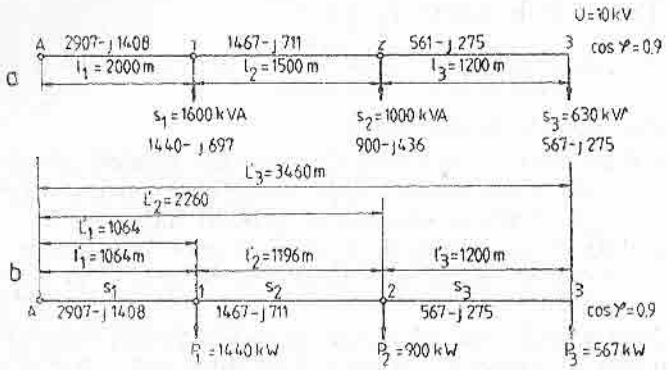


Fig. 5.2. Rețea electrică cu sarcini concentrate, secțiuni variabile, cos φ = = 0,9.

a) Se determină sarcinile active și reactive pe traseele rețelei electrice:

Sarcinile active și reactive se calculează cu relațiile $P = S \cos \varphi$ și $Q = S \sin \varphi$, rezultînd: $P_1 = 1440$ kW; $P_2 = 900$ kW; $P_3 = 567$ kW; $Q_1 = 697$ kwar; $Q_2 = 436$ kvar; $Q_3 = 275$ kvar; $Q_{1-2} = 711$ kvar; $Q_{A-1} = 1408$ kvar; $P_{2-3} = 567$ kW; $P_{1-2} = 1467$ kW; $P_{A-1} = 2907$ kW; $Q_{2-3} = 275$ kvar.

b) Dimensionarea LEC pe baza intensității maxime admise

Curentul maxim pe cele trei trasee ale rețelei se calculează cu relația:

$$I_M = kP/\eta, \text{ rezultînd:}$$

$$I_{M(A-1)} = 64{,}15 \cdot 2{,}907/1 = 186{,}5 \text{ A};$$

$$I_{M(1-2)} = 64{,}15 \cdot 1{,}467/1 = 94{,}1 \text{ A};$$

$$I_{M(2-3)} = 64{,}15 \cdot 0{,}567/1 = 36{,}4 \text{ A}.$$

Se determină curentul de calcul pe cele trei trasee ale rețelei electrice cu relația:

$$I_C = I_M/k_1\ k_2\ \ldots\ k_n.$$

$$I_{C(A-1)} = 186{,}5/0{,}884 = 210{,}95 \text{ A} = 211 \text{ A};$$

$$I_{C(1-2)} = 94{,}1/0{,}884 = 106{,}45 \approx 107 \text{ A};$$

$$I_{C(2-3)} = 36{,}4/0{,}884 = 41{,}14 \text{ A} \approx 42 \text{ A}.$$

Coeficienții: $k = 64{,}15$ — din tabelul 2.2 pentru $U = 10$ kV și $\cos \varphi = 0{,}9$; $k_3 = 0{,}884$ din tabelul 2.7 pentru temperatura mediului ambiant: +35°C.

Pe baza curenților de calcul, determinați mai sus, din tabelul 2.9 rezultă următoarele secțiuni (din punct de vedere termic): $s_1 = 50$ mm²; $s_2 = 25$ mm² și $s_3 = 10$ mm². Pe baza tabelului 2.18 care indică o secțiune minimă $s_{min} = 25$ mm², secțiunea $s_3 = 25$ mm².

c) Calculul căderilor de tensiune

Se aplică metoda de la § 4.5.3. Se înlocuiește rețeaua calculată la pct. b de sus din punct de vedere al căderilor de tensiune cu una echivalentă avînd $s = 50$ mm², dar de alte lungimi.

$$l'_1 = l_1 = 2000 \text{ m}; \quad l'_2 = 1{,}797 \cdot 1500 = 2696 \text{ m};$$

$$l'_3 = 1{,}797 \cdot 1200 = 2156 \text{ m}$$

Coeficientul 1,797 s-a luat din tabelul 4.15 ($s = 25$ mm² Al, $\cos \varphi = 0{,}9$). Lungimile totale: $L'_1 = 2000$ m; $L'_2 = 2000 + 2696 = 4696$ m; $L'_3 = 4696 + 2156 + 6852$ m.

Lungimea redusă:

$$L' = \frac{P_1 L'_1 + P_2 L'_2 + P_3 L'_3}{P} =$$

$$= \frac{1{,}44 \cdot 2000 + 0{,}9 \cdot 4696 + 0{,}567 \cdot 6852}{2{,}907} = 3781 \text{ ml}.$$

Momentul sarcinii:

$$M = PL'C = 2{,}907 \cdot 3781 \cdot 1{,}2948 = 14\,232 \text{ MWm}.$$

Coeficientul $c = 1{,}2948$ s-a ales din tabelul 4.13 (aluminiu, $s = 50$ mm², $D_m = 1500$ mm, $\cos \varphi = 0{,}9$).

Din tabelul 4,36 pentru $M = 14\,232$ MWm, $s = 50$ mm², rezultă:

$$\Delta U_{[\%]} = 9{,}0\%.$$

Căderea de tensiune fiind peste limita admisă (tabelul 2.2) se impune mărirea secțiunilor pentru a se limita la valoarea de ±5%.

Mărirea întîmplătoare a secțiunilor, așa cum s-a arătat la cap. 3, ar conduce la consumuri neraționale de materiale conductoare, fapt pentru care rețeaua se redimensionează pe baza consumului minim de metal.

d) Redimensionarea rețelei electrice pe baza consumului minim de metal conductor ($\Delta U_{[\%]admisibil} = 5\%$).

Căderea de tensiune [kV] datorită sarcinilor active și a celor reactive este:

$$\Delta U = \frac{\Delta U_{[\%]} U}{100} = \frac{5 \cdot 10}{100} = 0{,}5 \text{ kV}.$$

Căderea de tensiune datorită sarcinilor reacitive:

$$\Delta U_{ar} = \frac{\sum_1^n Q_i l_i}{U} x_0 =$$

$$= \frac{1{,}408 \cdot 2 + 0{,}711 \cdot 1{,}5 + 0{,}275 \cdot 1{,}2}{10} 0{,}38 = 0{,}16 \text{ kV}.$$

$x_0 = 0{,}38$ preliminat (cap. 3).

Căderea de tensiune aferentă puterii active:

$$\Delta U_a = \Delta U - \Delta U_{ar} = 0{,}5 - 0{,}16 = 0{,}34 \text{ kV}.$$

Se determină coeficientul k cu relația:

$$k = \frac{\gamma}{\Delta U_a U} \sum_1^n \sqrt{P_i} l =$$

$$= \frac{32}{0{,}34 \cdot 10} (\sqrt{2{,}907} \cdot 2 + \sqrt{1{,}467} \cdot 1{,}5 + \sqrt{0{,}567} \cdot 1{,}2) = 57{,}7.$$

Cunoscînd coeficientul k, se determină secțiunile pe cele trei trasee ale rețelei electrice cu relația $s = k\sqrt{P_i}$, rezultînd:

$s_1 = 57{,}7\sqrt{2{,}907} = 98{,}3$ mm²; se alege $s_1 = 120$ mm²;

$s_2 = 57{,}7\sqrt{1{,}467} = 69{,}9$ mm²; se alege $s_2 = 70$ mm²;

$s_3 = 57{,}7\sqrt{0{,}567} = 43{,}44$ mm²; se alege $s_3 = 50$ mm².

e) Se verifică, în baza secțiunilor alese, căderea de tensiune — § 4.5.3.

$l'_1 = 0{,}532 \cdot 2000 = 1064$ m; $l'_2 = 0{,}773 \cdot 1500 = 1196$ m; $l'_3 = 1200$ m și lungimile totale $L'_1 = 1064$ m; $L'_2 = 2260$ m și $L'_3 = 3460$ m. (s-a folosit tabelul 4.15).

Lungimea redusă:

$$L' = \frac{P_1 L'_1 + P_2 L'_2 + P_3 L'_3}{P} =$$

$$= \frac{1{,}44 \cdot 1064 + 0{,}9 \cdot 2260 + 0{,}567 \cdot 3460}{2{,}907} = 1902 \text{ m}.$$

Momentul sarcinii:

$$M = PLc = 2{,}907 \cdot 1902 \cdot 1{,}2948 = 7159 \text{ MWm}.$$

$c = 1{,}2948$ — v. tabelul 4.13 (LEA aluminiu, $D_m =$ $= 1500$ mm, $\cos\varphi = 0{,}9$, $s = 50$ mm²).

Din tabelul 4,36, pentru $M = 7159$ MWm și $s = 50$ mm², rezultă:

$$\Delta U_{[\%]} = 4{,}5\%.$$

Se observă că s-a redus căderea de tensiune de la 5% la 4,5%, ca urmare a măririi secțiunilor s_1, s_2 și s_3 la secțiuni standardizate.

Pe figura 5.2 s-au trecut elementele date ale rețelei, iar în figura 5.2, *b* s-a trecut rețeaua de la punctul *d* (rețeaua calculată pe baza pct. *c* nu s-a desenat).

Aplicația 5.3

Să se determine căderea de tensiune pentru rețeaua electrică de iluminat. Rețeaua este trifazată, la 127 V și alimentează corpurile de iluminat pe o galerie minieră (cu nulul izolat). Cablul de alimentare: ACHPAbI—1k V—4×10 mm² — STAS 4481/2-85. Sarcinile pe cele trei faze sînt repartizate uniform la valoarea și distanțele notate pe schema fig. 5.3.

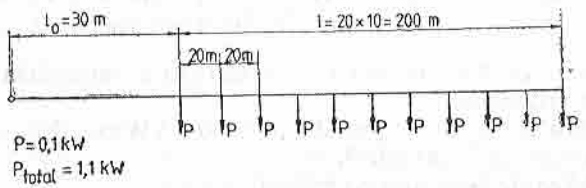


Fig. 5.3. Rețea electrică cu sarcini uniform distribuite.

Lungimea redusă:

$$L = l_0 + \frac{l}{2} = 30 + \frac{10 \cdot 20}{2} = 130 \text{ m}.$$

Momentul sarcinii:

$$M = PLc = 1{,}1 \cdot 130 \cdot 1 = 143 \text{ kWm}.$$

Din tabelul 4.28 pentru $s = 10$ mm² și $M = 143$ kWm rezultă:

$$\Delta U_{[\%]} = 2{,}8\%.$$

Aplicația 5.4

Să se determine secțiunile rețelei electrice de iluminat cu conductoare de aluminiu — (din figura 5.4. Căderea de tensiune admisă, conform tabelul 4.3 este de maximum 3%. Restul datelor: mărimile sarcinilor electrice, lungimea rețelei, numărul de conductoare sînt date în figura 5.4.

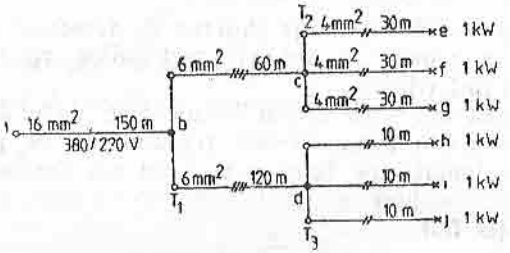


Fig. 5.4. Rețele electrice de iluminat.

Momentul sarcinii electrice:

$$M = \Sigma M + \Sigma \alpha m = M_{ab} + M_{bd} + M_{bc} + \alpha(m_{ce} + m_{cf} + \ldots + m_{dj}).$$

Înlocuind:

$$M = 150 \cdot 6 + 60{,}3 + 120 \cdot 3 + 1{,}85(30 \cdot 1 + 30 \cdot 1 + 30 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 1) = 1660 \text{ kWm};$$

$\alpha = 1{,}85$ din tabelul 4.45 — ramificație monofazată din rețeaua trifazată.

Pentru $\Delta U_{[\%]} = 3\%$ și $M = 1660$ kWm, din tabelul 4.30, rezultă $s = 16$ mm².

Căderea de tensiune pe traseul $a-b$:

$$M_{a-b} = 150 \cdot 6 = 900 \text{ kWm}.$$

Pentru $s = 16$ mm² și $M = 900$ kWm, din tabelul 4.30, rezultă:

$$\Delta U_{[} = 1{,}2\%.$$

Căderea de tensiune disponibilă după punctul b, va fi (3 — 1,2)% = 1,8%.

Momentul sarcinii pe traseul $b-d-h-i-j$:

$$M = M_{bd} + \alpha(m_{dh} + m_{di} + m_{dj}).$$

$M = 120 \cdot 3 + 1{,}85(1 \cdot 10 + 1 \cdot 10 + 1 \cdot 10) = 415$ kWm.

Pentru $M = 415$ kWm și $\Delta U_{[\%]} = 1{,}8\%$ din tabelul 4.30 rezultă pe traseul bd secțiunile $s = 6$ mm².

$M_{bd} = 120 \cdot 3 = 360$ kWm; pentru $s = 6$ mm² și $M_{bd} = 360$ kWm, din tabelul 4.30, rezultă $\Delta U_{[\%]} = 1{,}4\%$.

Căderea de tensiune disponibilă pe traseul dh; di și dj este: 1,8 — 1,4 = 0,4%.

Momentul sarcinii:

$$m_{dh} = 1 \cdot 10 = 10 \text{ kWm}.$$

Pentru $m_{dh} = 10$ kWm și $\Delta U_{[\%]} = 0{,}4\%$, din tabelul 4.40, pentru ramificația monofazată rezultă ca necesară secțiunea de 4 mm².

Aplicația 5.5

Se dă LEA cu conductoare de aluminiu alimentată din sursele A și B la tensiunea de 6 kV. Distanța medie între conductoare este de 1500 mm și factorul de putere al sarcinilor: $\cos\varphi = 0{,}8$. Puterile și distanțele dintre sarcini sînt redate în figura 5.5.

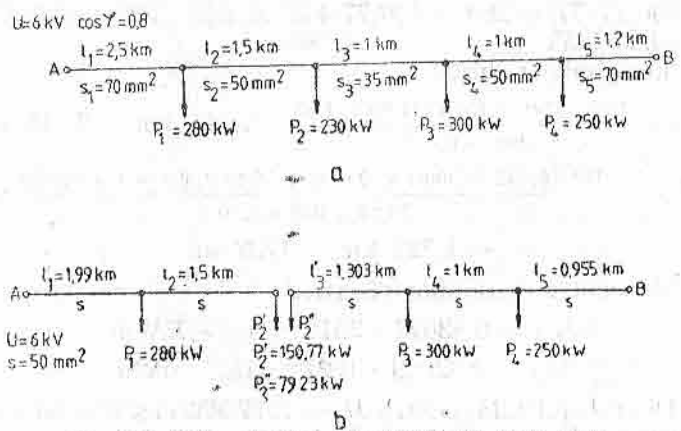


Fig. 5.5. Rețea electrică alimentată din două surse.

Să se determine căderea de tensiune în regim normal de funcţionare a reţelei electrice.

Pentru stabilirea circulaţiei de puteri din punctul A şi punctul B se înlocuieşte din punct de vedere a căderilor de tensiune LEA dată cu o reţea electrică echivalentă avînd $s = 50$ mm², cu ajutorul tabelului 4.15.

$$l'_1 = 2{,}5 \cdot 0796 = 1{,}99 \text{ km}; \quad l'_2 = 1{,}5 \cdot 1 = 1{,}5 \text{ km};$$

$$l'_3 = 1 \cdot 1{,}303 \text{ km}; \quad l'_4 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ km};$$

$$l'_5 = 1{,}2 \cdot 0{,}796 = 0{,}955 \text{ km}.$$

Circulaţia de puteri din A şi B:

$$P_A = \frac{\Sigma P_i L_i}{L'} =$$

$$= \frac{280(1{,}5 + 1{,}303 + 1 + 0{,}955) + 230(1{,}303 + 1 + 0{,}955) + 300(1 + 0{,}955)}{6{,}748} =$$

$$= 430{,}77 \text{ kW};$$

$$P_B = \frac{\Sigma P_i L_i}{L'} =$$

$$= \frac{280 \cdot 1{,}99 + 230(1{,}99 + 1{,}5) + 300(1{,}99 + 1{,}5 + 1{,}303)}{6{,}748} +$$

$$+ \frac{250(1{,}99 + 1{,}5 + 1{,}303 + 1)}{6{,}748} = 629{,}23 \text{ kW}.$$

Se observă din valorile lui P_A şi P_B că sarcina P_2 este alimentată din cele două surse: $P'_2 = P_A - P_1 = 430{,}77 \cdot 77 - 280 = 150{,}77$ kW şi $P''_2 = 230 - 150{,}77 = 79{,}23$ kW.

Lungimile reduse:

$$L_A = \frac{280 \cdot 1{,}99 + 150{,}77(1{,}99 + 1{,}5)}{280 + 150{,}77} = 2{,}515 \text{ km} = 2\,515 \text{ m};$$

$$L_B = \frac{250 \cdot 0{,}955 + 300(1 + 0{,}955) + 79{,}23(1{,}303 + 1 + 0{,}955)}{79{,}23 + 300 + 250} =$$

$$= 1{,}722 \text{ km} = 1722 \text{ m}.$$

Momentele sarcinilor electrice:

$$M_A = 0{,}43077 \cdot 2515 = 1577 \text{ MWm}.$$

$$M_B = 0{,}62923 \cdot 1722 = 1577 \text{ MWm}.$$

Din tabelul 4.35, pentru $M = 1577$ MWm şi $s = 50$ mm², rezultă: $\Delta U_{[\%]} = 2{,}8\%$.

Aplicaţia 5.6

Să se determine circulaţia de puteri şi căderile de tensiune pentru LEC alimentată din trei surse de energie la tensiunea de 6 kV. Factorul de putere al sarcinilor $\cos \varphi = 0.8$.

Rezolvarea problemei este redată în tabelul 5.1.

Aplicaţia 5.7

Să se verifice conductoarele LEA—1, LEA—2 şi LEA—3 la curenţi de scurtcircuit trifazat. Datele necesare pentru calculul curenţilor de scurtcircuit trifazat în punctul K sînt date în figura 5.6. Generatoarele din staţia 1, sînt legate la sistemul de înaltă tensiune prin intermediul LEA.

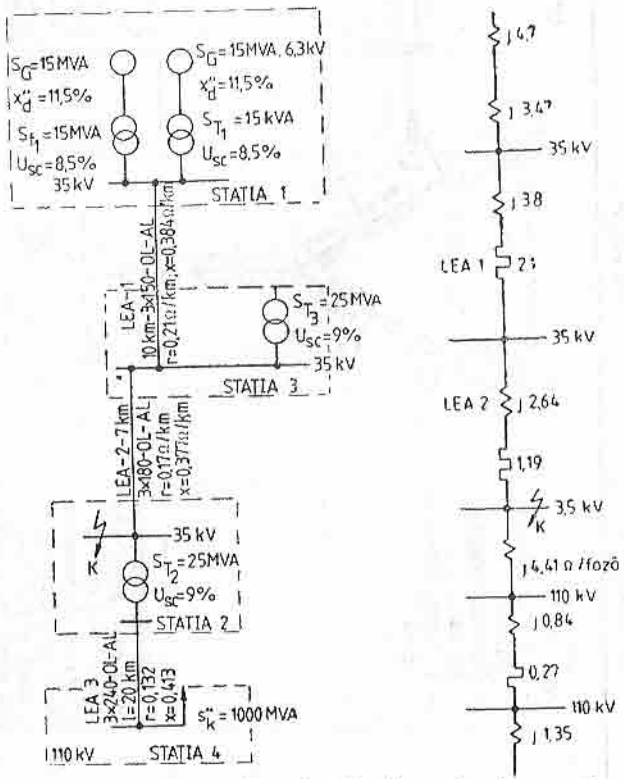
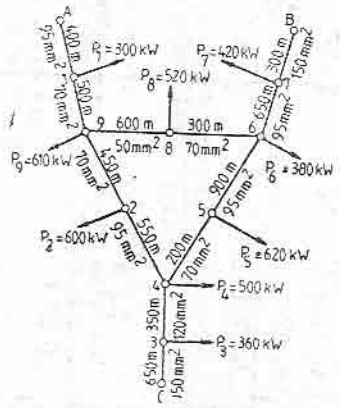
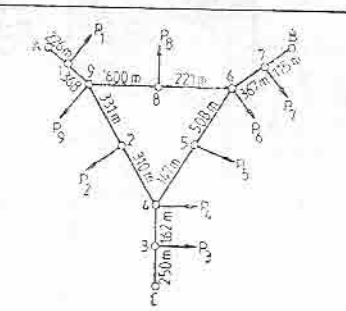
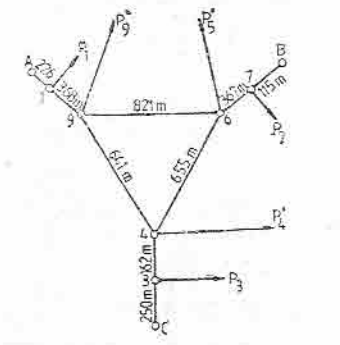
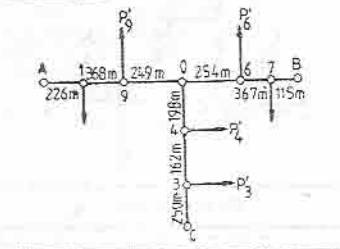
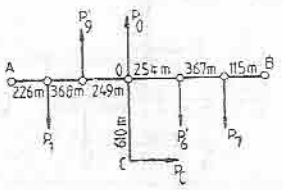
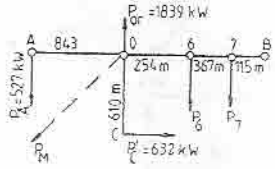
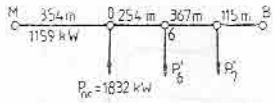
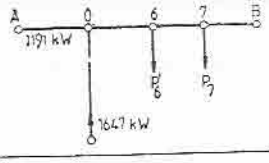
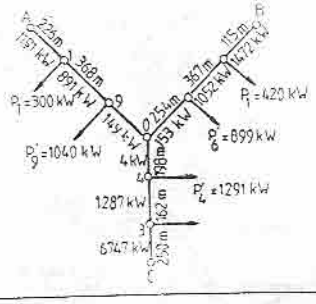
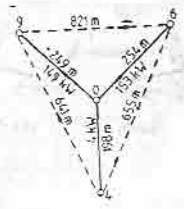


Fig. 5.6. Verificarea reţelelor electrice în regim de scurtcircuit.

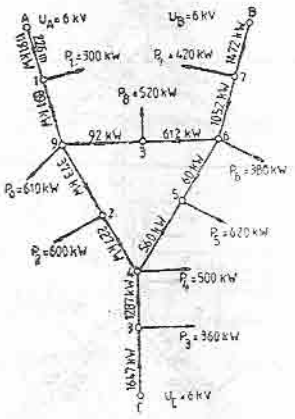
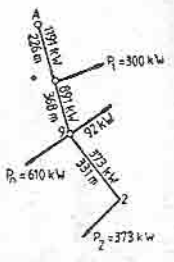
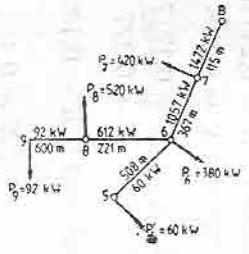
Tabelul 5.3

	Transformarea	Schema electrică	Formula utilizată
1	— LEC — 6 kV cos φ = 0,8 — Materialul LEC: aluminiu — Puterea notată pe figură — Distanțe notate pe figură		Observație: La acest punct sînt cuprinse datele problemei
2	Se înlocuiește rețeaua dată cu o rețea echivalentă d.p.d.v. al căderilor de tensiune și al circulației de puteri, avînd s = 50 mm², cos φ = 0,8 cu ajutorul tabelului 4.15		$l_{(A-1)} = 400 \cdot 0{,}564 = 226$ m $l_{(1-9)} = 500 \cdot 0{,}736 = 368$ m $l_{(9-2)} = 450 \cdot 0{,}736 = 331$ m $l_{(2-4)} = 550 \cdot 0{,}564 = 310$ m $l_{(4-3)} = 350 \cdot 0{,}462 = 162$ m $l_{(3-C)} = 650 \cdot 0{,}384 = 250$ m $l_{(4-5)} = 200 \cdot 0{,}736 = 147$ m $l_{(5-6)} = 900 \cdot 0{,}564 = 508$ m $l_{(6-7)} = 650 \cdot 0{,}564 = 367$ m $l_{(7-8)} = 300 \cdot 0{,}384 = 115$ m $l_{(C-B)} = 300 \cdot 0{,}736 = 221$ m $l_{(8-9)} = 600 \cdot 1{,}0 = 600$ m
3	Se mută sarcinile în nodurile rețelei		$P_{(8-9)} = \dfrac{520 \cdot 221}{600 + 221} = 140$ kW; $P_{(8-6)} = \dfrac{520 \cdot 600}{600 + 221} = 380$ kW $P_{(2-9)} = \dfrac{600 \cdot 310}{310 + 331} = 290$ kW; $P_{(2-4)} = \dfrac{600 \cdot 331}{310 + 331} = 310$ kW $P_{(5-4)} = \dfrac{620 \cdot 508}{508 + 147} = 481$ kW; $P_{(5-6)} = \dfrac{620 \cdot 147}{508 + 147} = 139$ kW Rezultă: $P'_9 = P_9 + P_{(8-9)} + P_{(2-9)} = 610 + 140 + 290 = 1040$ kW $P'_6 = P_6 + P_{(8-6)} + P_{(5-6)} = 380 + 380 + 139 = 899$ kW $P'_4 = P_4 + P_{(5-4)} + P_{(2-4)}$ 500 + 481 + + 310 = 1291 kW
4	Se efectuează transfigurarea triunghiului în stea		$l_{(0-9)} = \dfrac{821 \cdot 641}{821 + 641 + 655} = 249$ m $l_{(0-6)} = \dfrac{821 \cdot 655}{821 + 641 + 655} = 254$ m $l_{(0-4)} = \dfrac{641 \cdot 655}{821 + 641 + 856} = 198$ m

Tabelul 5.1 (continuare)

	Transformarea	Schema electrică	Formula utilizată
5	Se mută sarcinile P_3 și P'_4 în O și C		$P_0 = P'_{(4-0)} + P_{(3-0)} = \frac{1291 \cdot 412 + 360 \cdot 250}{610} = 1019$ kW $P_c = P'_{(4-c)} + P_{(3-c)} = \frac{1291 \cdot 198 + 360 \cdot 360}{610} = 632$ kW.
6	Se mută sarcinile P_1 și P în A și O.		$P'_0 = \frac{1040 \cdot 540 + 300 \cdot 226}{843} = 813$ kW $P'_A = \frac{300 \cdot 617 + 1040 \cdot 249}{843} = 527$ kW. $P_M = P'_C + P'_B = 632 + 527 = 1159$ kW.
7	Se calculează circulația de puteri din punctele M și B		$l_{(M-0)} = \frac{843 \cdot 610}{610 + 843} = 354$ m $P'_M = \frac{1832(254+367+115)+899(367+115)+420 \cdot 115}{354 + 254 + 367 + 115} =$ $= 1679$ kW, $P_B = \frac{1832 \cdot 354 + 899(354 + 254) + 420(354 + 254 + 367)}{354 + 254 + 367 + 115} =$ $= 2838$ kW
8	Se mută sarcina din M în A și C aflîndu-se astfel circulația de puteri din A, B și C		$P_{(A-0)} = P_M \frac{l_{(M-0)}}{l_{(0-A)}} = 2838 \frac{354}{843} = 1191$ kW $P_{(C-0)} = P_M \frac{l_{(M-0)}}{l_{(0-C)}} = 2838 \frac{354}{610} = 1647$ kW
9	Cunoscîndu-se circulația de puteri din punctele A, B, C și aplicînd legea potrivit căreia suma curenților într-un nod este egală cu 0, se află circulația de puteri pentru schema transfigurată în stea.		Exemplu: *Modul 1* $1191 - 300 - 891 = 0$ *Nodul 0:* $-149 + 153 - 4 = 0$
10	Se transfigurează schema din stea în triunghi.		$P_{(6-0)} = \frac{P_{(6-0)}l_{(6-0)} + P_{(0-9)}l_{(0-9)}}{l_{(6-9)}} = \frac{153 \cdot 254 + 149 \cdot 249}{821} = 92$ kW $P_{(4-9)} = \frac{P_{(0-4)}l_{(0-4)} + P_{(0-9)}l_{(0-9)}}{l_{(4-9)}} = \frac{4 \cdot 198 + 149 \cdot 249}{641} = 57$ kW. $P_{(6-4)} = \frac{P_{(6-0)}l_{(6-0)} + P'_{(0-4)}l_{(0-4)}}{l_{(6-4)}} = \frac{153 \cdot 254 + 4 \cdot 198}{656} = 60$ kW.

Tabelul 5.1 (continuare)

	Transformarea	Schema electrică	Formula utilizată
11	Se trece la schema inițială și se aplică teorema de la §4.5.4: Se află circulația puterilor în schema reală		Exemplu: *Nodul 6:* $1052 - 380 - 60 - 612 = 0$
12	Se calculează căderea de tensiune cu circulație pe puteri din punctul *1* (rețea $s = 50$ mm² Al, $\cos\varphi = 0{,}8$) din punctul *A*		Lungimea redusă: $L = \frac{300 \cdot 226 + (610 - 92) \cdot 594 + 373 \cdot 925}{1191} =$ $= 605$ m. $M = 1{,}191 \cdot 605 \cdot 1{,}1 = 793$ MWm. $\Delta U_{[\%]} = 1{,}4\%$, din tabelul 4.35
13	Calculul căderii de tensiune pentru rețeaua alimentată din *B*		Lungimea redusă: $L = \frac{420 \cdot 115 + 380 \cdot 482 + 520 \cdot 703 + 92 \cdot 1303}{1472} =$ $= 487$ m. $M = 1{,}472 \cdot 487 + 1{,}1 = 793$ MWm. $\Delta U_{[\%]} = 1{,}4\%$ din tabelul 4.35

Se dă timpul minim pînă la începerea deschiderii contactelor întreruptoarelor automate de 0,25 s. Tensiunea de referinţă este de 35 kV. Puterea de scurtcircuit din staţia 4 este de 1000 kVA.

Impedanţe (§ 2.3.1):

— Generatoare:

$$X'' = \frac{x''_d U^2}{100 S} = \frac{11{,}5 \cdot 35^2}{100 \cdot 30} = 4{,}70 \ \Omega/\text{fază};$$

— Transformatoare T_1, T_2:

$$X_{T1} = \frac{x_{sc[\%]} U^2}{100 S} = \frac{8{,}5 \cdot 35^2}{100 \cdot 30} = 3{,}47 \ \Omega/\text{fază};$$

$$X_{T2} = \frac{x_{sc[\%]} U^2}{100 S} = \frac{9 \cdot 35^2}{100 \cdot 25} = 4{,}41 \ \Omega/\text{fază}.$$

Linii electrice aeriene:

— LEA—1: $R = 0{,}21 \cdot 10 = 2{,}1 \ \Omega/\text{fază}$;
$X = 0{,}38 \cdot 10 = 3{,}8 \ \Omega/\text{fază}$.

— LEA—2: $R = 0{,}17 \cdot 7 = 1{,}19 \ \Omega/\text{fază}$;
$X = 0{,}377 \cdot 7 = 2{,}64 \ \Omega/\text{fază}$.

— LEA —3: $R = 0{,}132 \cdot 20 \left(\frac{35}{110}\right)^2 = 0{,}27 \ \Omega/\text{fază}$;

$X = 0{,}413 \cdot 20 \left(\frac{35}{110}\right)^2 = 0{,}84 \ \Omega/\text{fază}$.

Impedanţa sistemului: $Z_N = \frac{1{,}1 U^2}{S_N} = \frac{1{,}1 \cdot 35^2}{1000} =$
$= 1{,}35 \ \Omega/\text{fază}$.

Impedanţa totală:

$$\begin{array}{r} 0 + \text{j} \ \ 4{,}70 \\ 0 + \text{j} \ \ 3{,}47 \\ 2{,}10 + \text{j} \ \ 3{,}80 \\ 1{,}19 + \text{j} \ \ 2{,}64 \\ \hline 3{,}29 + \text{j} \ \ 14{,}61 \end{array}$$

$$Z_A = \sqrt{R^2 + Z^2} = \sqrt{3{,}29^2 + 14{,}61^2} = 14{,}98 \ \Omega/\text{fază}.$$

Impedanţa din sursa B pînă la locul de scurtcircuit K:

$$\begin{array}{r} 0 + \text{j} \ \ 1{,}35 \\ 0{,}27 + \text{j} \ \ 0{,}84 \\ 0 + \text{j} \ \ 4{,}41 \\ \hline 0{,}27 + \text{j} \ \ 6{,}6 \end{array}$$

$$Z_B = \sqrt{R^2 + Z^2} = \sqrt{0{,}27^2 + 6{,}6^2} = 6{,}61 \ \Omega/\text{fază};$$

Calculul valorii efective a curentului simetric iniţial de scurtcircuit (§ 2.3.4).

$$I''_{k(3)A} = \frac{cU}{\sqrt{3} Z_A} = \frac{1{,}1 \cdot 35}{\sqrt{3} \cdot 14{,}98} = 1{,}49 \ \text{kA};$$

$$I''_{k(3)B} = \frac{cU}{\sqrt{3} Z_B} = \frac{1{,}1 \cdot 35}{\sqrt{3} \cdot 6{,}61} = 3{,}37 \ \text{kA};$$

$$I''_{k(3)total} = I''_{k(3)A} + I''_{k(3)B} = 1{,}49 + 3{,}37 = 4{,}86 \ \text{kA}$$

Curentul de şoc de scurtcircuit (§ *2.3.5*).

Se determină rapoartele R/X:

$R_A/X_A = 3{,}29/14{,}61 = 0{,}23$ pentru care, din nomograma fig. 2.13, rezultă $\varkappa = 1{,}43$;

$R_B/X_B = 0{,}27/6{,}6 = 0{,}049$ pentru care, din nomograma — fig. 2.13, rezultă $\varkappa = 1{,}90$.

Curentul de şoc: $I_ş = \varkappa \sqrt{2} I''_k$

$I_{ş(A)} = 1{,}43 \sqrt{2} \cdot 1{,}49 = 3{,}03 \ \text{kA}$;

$I_{ş(B)} = 1{,}90 \sqrt{2} \cdot 3{,}37 = 9{,}03 \ \text{kA}$,

$I_{ş(total)} = I_{ş(a)} + I_{ş(B)} = 3{,}03 + 9{,}03 = 12{,}06 \ \text{kA}$;

Curentul de rupere (§ 2.3.6):

$$I_a = \mu I''_k,$$

Se determină curentul nominal:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 35} = 0{,}5 \ \text{kA}.$$

Se calculează rapoartele:
$I''_{k(3)A}/I_N = 1{,}49/0{,}5 = 2{,}98$ pentru care, din nomograma figurii 2,14, pentru timpul de comutare 0,25 s, rezultă $\mu = 0{,}82$

$I''_{k(3)B}/I_N = 3{,}37/0{,}5 = 6{,}74$ — din nomograma figurii 2.14 rezultă $\mu = 0{,}82$.

Curenţii de rupere:

$$I_{a(A)} = 0{,}82 \cdot 1{,}49 = 1{,}22 \text{ kA};$$
$$I_{a(B)} = 0{,}64 \cdot 3{,}37 = 2{,}16 \text{ kA};$$
$$I_{a(total)} = I_{a(A)} + I_{a(B)} = 1{,}22 + 2{,}16 = 3{,}38 \text{ kA}.$$

Curentul permanent de scurtcircuit (§ 2.3.7):

$$I_{k(3)} = \lambda I_N.$$

Coeficientul λ se determină din nomograma figurii 2.16 în funcţie de raportul $I''_{k(3)}/I_N$ (determinat la calculul curenţilor de rupere) pentru:

$I_{k(3)A}/I_N = 2{,}98$; din diagrama figurii 2,15: $\lambda = 0{,}6-1{,}84$,
$I_{k(3)B}/I_N = 6{,}74$; din diagrama figurii 2.15: $\lambda = 0{,}62-2{,}12$.

Înlocuind:

$$I_{k(3)A} = 1{,}84 \cdot 0{,}5 = 0{,}92 \text{ kA}.$$
$$I_{k(3)B} = 2{,}12 \cdot 0{,}5 = 1{,}06 \text{ kA}$$
$$I_{k(3)total} = 0{,}92 + 1{,}06 = 1{,}98 \text{ kA}.$$

Puterea iniţială simetrică de scurtcircuit (§ *2.3.8*)

$$S''_k = \sqrt{3} I_{k(total)} \; U = \sqrt{3} \cdot 4{,}86 \cdot 35 = 294 \text{ MVA}.$$

Puterea de rupere:

$$S_a = \sqrt{3} I_{a(total)} \; U = \sqrt{3} \cdot 3{,}38 \cdot 35 = 205 \text{ MVA}.$$

Verificarea liniilor electrice aeriene în regim de scurtcircuit — § 2.3.9

Din tabelul 2.1 conductoarele de OL—Al pot suporta în regim de scurtcircuit o încălzire la o temperatură de 160°C, timp de 5 s.

Din nomogramele figurii 2.18 [3] conductoarele de OL—Al admit pentru o temperatură iniţială de 70°C (temperatura în regim permanent) şi o temperatură finală de 160°C, în regim de scurtcircuit o densitate de curent $j = 74$ A/mm².

Se determină curentul echivalent:

$$I_{k\,med} = I''_k \sqrt{m + n}.$$

Din nomograma figurii 2.17 pentru $t = 0{,}25$ s şi raportul:

$$\varkappa = \frac{I_{ş(total)}}{\sqrt{2}\, I''_{k(3)total}} = \frac{12{,}06}{\sqrt{2} \cdot 4{,}86} = 1{,}76,$$

rezultă $m = 0{,}22$.

Din aceeaşi nomogramă, pentru raportul $I''_k/I_k = 4{,}86/1{,}98 = 2{,}45$, rezultă $n = 0{,}77$.

Înlocuind:

$$I_{k\,med} = 4{,}86\sqrt{0{,}22 + 0{,}77} = 4{,}84 \text{ kA}.$$

Densitatea de curent pe linia cu secţiunea cea mai mică

$$j_{ef} = \frac{I_{k(med)}}{s} = \frac{4840}{150} = 32{,}3 \text{ A/mm}^2;$$

$$j_{ef} < j_{admisibil} = 74 \text{ A/mm}^2$$

Densitatea efectivă fiind inferioară faţă de cea admisibilă, cele trei linii electrice aeriene rezistă la scurtcircuitul din punctul K.

$j_{admisibil} = 74$ A/mm² din diagrama figurii 2.18.

ANEXA 1

Simbolizarea cablurilor de energie electrică și a conductoarelor cu izolație de cauciuc

STAS	Simbolizare	U_0/U [kV/kV]	Cabluri cu conductoare de cupru sau conductoare de aluminiu, Conductoare cu izolație de cauciuc
STAS 4481/2-85	CHP ACHP	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb
	CHPI ACHPI	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb cu înveliș exterior de iută
	CHPY ACHPY	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb, cu manta exterioară de P.V.C.
	CHPAbI; ACHPAbI CHPAbzI; ACHPAbzI	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Izolație hîrtie impregnată, în manta de plumb, cu armătură din bandă de oțel sau bandă de oțel zincat și înveliș exterior din iută
	CHPAbY ACHPAbY CHPAbzY ACHPAbzY	0,6/1 3,5/6 5,8/10	Izolație de hîrtie impregnată în manta de plumb cu armătură din bandă de oțel sau bandă de oțel zincată și manta exterioară de P.V.C.
	ACHPY	12/20	Izolație de hîrtie impregnată, în manta de plumb, cu manta exterioară de P.V.C.

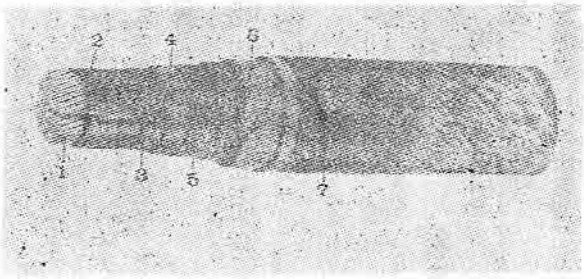


Fig. A—1

1 — conductoare de cupru sau aluminiu; *2* — izolație de hîrtie impregnată; *3* — izolație electrică comună din hîrtie; *4* — manta de plumb; *5* — stratificație interioară; *6* — armătură din două benzi de oțel sau oțel zincat; *7* — înveliș exterior din iută

STAS			
STAS 8778/2-85	CYY ACYY	0,6/1	Cu izolație de P.V.C. și manta de P.V.C.
	CYAbY ACYAbY CYAbzY ACYAbzY		Cu izolație de P.V.C. cu armătură de bandă de oțel sau bandă de oțel zincat și manta de P.V.C.
	CYCY ACYCY		Cu izolație P.V.C. cu conductor concentric neutru și manta de P.V.C.
	CYECY ACYECY	3,5/6	Cu izolație P.V.C. cu conductor concentric (ecran) și manta de P.V.C.
	CYEY		Cu izolație de P.V.C. cu ecran metalic comun și manta de P.V.C.
	CYEAbY ACYEAbY CYEAbzY ACYEAbzY		Cu izolație de P.V.C. cu ecran metalic comun, cu armătură din bandă de oțel sau bandă de oțel zincată și manta de P.V.C.

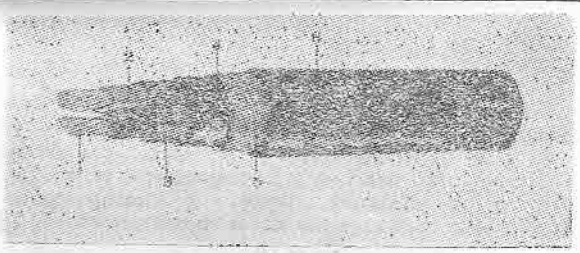


Fig. A—2

1 — conductoare de cupru sau aluminiu; *2* — izolație P.V.C.; *3* — acoperire comună; *4* — manta interioară de P.V.C.; *5* — armătură din două benzi de oțel sau oțel galvanizat; *6* — manta exterioară P.V.C.

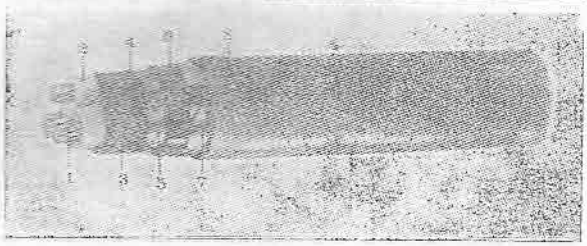


Fig. A—3

1 — conductoare de cupru csau aluminiu; *2* — izolație P.V.C.; *3* — manta comună; *4* — strat semiconductor; *5* — ecran din bandă de cupru; *6* — manta interioară de P.V.C.; *7* — armătură din două benzi de oțel sau oțel ziucat; *8* — manta exterioară de P.V.C.

ANEXA 1 (continuare)

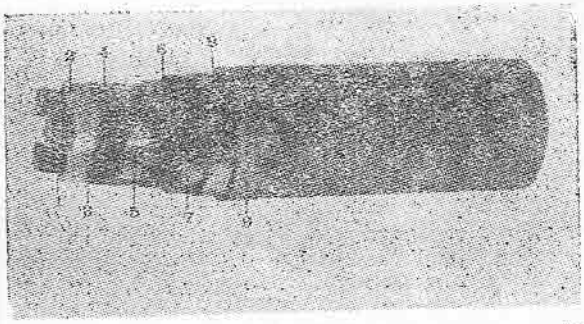
STAS	Sombolizarea	U_0/U [kV/kV]	Cabluri cu conductoare de cupru sau de aluminiu Conductoare cu izolaţie de cauciuc	
STAS 8778/2-85	CYSEY ACYSEY	5,8/10	Cu strat semiconductor peste fiecare conductor şi peste izolaţia fiecărui conductor, cu ecran metalic peste fiecare conductor în parte şi manta de P.V.C.	
	CYSEAbY ACYSEAbY CYSEAbzY ACYSEAbzY		Cu izolaţie de P.V.C. cu strat semiconductor peste fiecare conductor, şi peste izolaţia fiecărui conductor şi ecran metalic peste fiecare conductor în parte, cu armătură din bandă de oţel sau oţel zincat în manta de P.V.C.	

Fig. A—4

1 — conductoare de cupru sau aluminiu; *2* — înveliş semiconductor; *3* — izolaţie interioară de P.V.C.; *4* — strat semiconductor; *5* — ecran din bandă protectoa rede cupru; *6* — manta interioară de P.V.C.; *7* — armătură din două benzi de oţel sau oţel zincat; *8* — manta exterioră de P.V.C.

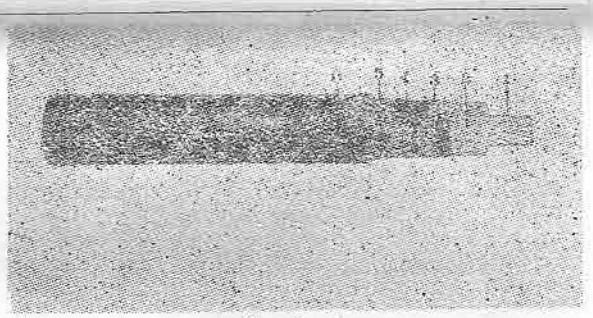
1236/3-83	A2YSY	12/20	Cu strat semiconductor peste conductor şi izolaţia conductorului izolaţie de polietilenă termoplastică, ecran metalic şi izolaţie din P.V.C.	

Fig. A—5

1 — conductoare de cupru sau aluminiu; *2* — strat semiconductor; *3* — izolaţie de polietilenă termorezistentă; *4* — înveliş semiconductor peste izolaţie; *5* — ecran de cupru; *6* — manta exteroiară de P.V.C.

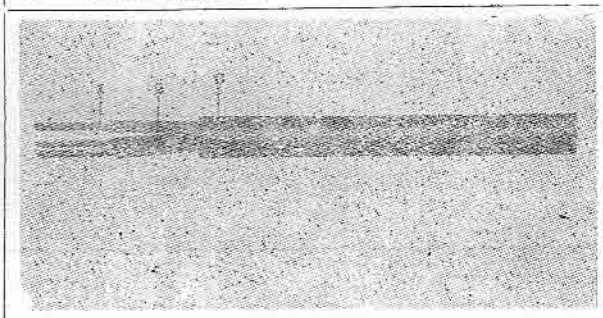
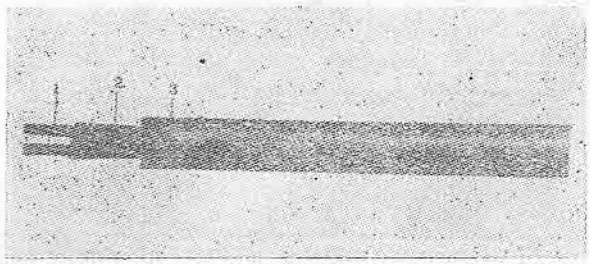
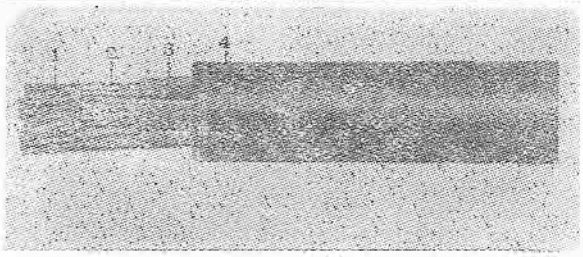
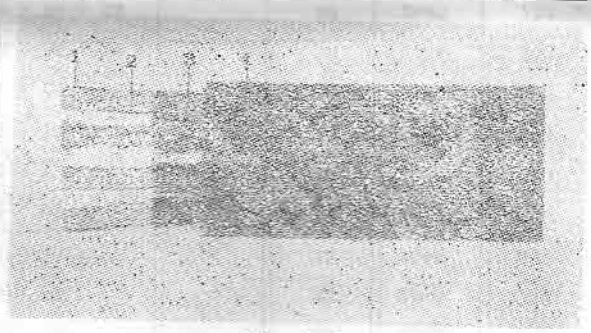
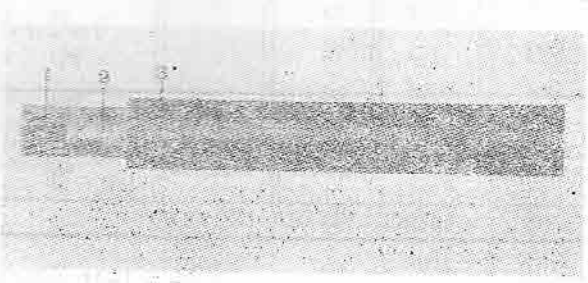
	MCCU	0,5	Cordoane cu conductoare de cupru multifilar, izolaţie de cauciuc şi manta exterioară de cauciuc	

Fig. A—6

1 — conductor de cupru multifilar; *2* — izolaţie de cauciuc; *3* — manta exterioară de cauciuc.

ANEXA 1 (continuare)

STAS	Simbolizarea	U_0/U [kV/kV]	Cabluri cu conductoare de cupru sau de aluminiu. Conductoare cu izolație de cauciuc	
1236/4-83	MCCM	0,5	Cabluri cu izolație de cauciuc cu conductoare de cupru multifilar, izolație de cauciuc și manta exterioară de cauciuc	 Fig. A—7 *1* — conductor de cupru multifilar; *2* — izolație de cauciuc; *3* — manta exterioară de cauciuc
1236/5-83	MCCG MCCGI MCCGIs MC85	0,75 1,0	Cabluri cu izolație de cauciuc, cu conductoare de cupru multifilar, strat separator, izolație de cauciuc și manta exterioară de cauciuc	 Fig. A—8 *1* — conductor de cupru multifilar; *2* — strat separator; *3* — izolație de cauciuc; *4* — manta exterioară de cauciuc
NTR 108/1-81	MPCCG MPCCG—IV	1,0	Cabluri cu izolație de cauciuc cu conductoare de cupru multifilar strat separator, izolație EPR și manta exterioară de cauciuc	 Fig. A—9 *1* — conductor de cupru multifilar; *2* — strat separator; *3* — izolație de P.V.C.; *4* — manta exterioară de cauciuc
1020/12-77	$M_{sud}C$ M_{sud} C-IU	0,12	Cabluri cu izolație de cauciuc cu condensatoare de cupru multifilar strat separator, manta exterioară de cauciuc	 Fig. A—10 *1* — conductor de cupru multifilar; *2* — strat separator; *3* — manta exterioară de P.V.C.

Caracteristicile tehnice ale cablurilor cu izolație și de hîrtie impregnată și manta de plumb [36] — STAS 4481/2-85

CABLURI DE CUPRU					CABLURI DE ALUMINIU				
Nr. conductoare × s [mm²]	Tensiunea U_0/U [kV/kV]	Diametrul exterior [mm]	Greutatea [kg/km]	Lungimea maximă [m]	Nr. conductoare × s [mm²]	Tensiunea U_0/U [kV/kV]	Diametrul exterior [mm]	Greutatea [kg/km]	Lungimea maximă [m]
CHPAbI					*ACHPAbI*				
3 × 16		26	1970	500	3 × 16		25	1450	500
3 × 25		29	2470	500	3 × 25		29	1975	500
3 × 35		32	3040	500	3 × 35		32	2360	500
3 × 50		32	3440	750	3 × 50		32	2460	750
3 × 70		35	4395	500	3 × 70		35	3055	500
3 × 95		39	5940	500	3 × 95		39	4115	500
3 × 120	0,6/1	42	6620	600	3 × 120	0,6/1	42	4330	600
3 × 150		46	8095	500	3 × 150		46	5235	500
3 × 25 + 16		31	2750	500	3 × 25 + 16		30	2120	500
3 × 35 + 16		34	3515	500	3 × 35 + 16		33	2485	500
3 × 50 + 25		35	4100	750	3 × 50 + 25		35	2980	750
3 × 70 + 35		39	5360	500	3 × 70 + 35		39	3795	500
3 × 95 + 50	0,6/1	40	6265	500	3 × 95 + 50	0,6/1	40	4125	500
3 × 120 + 70		45	7785	600	3 × 120 + 70		45	5050	600
3 × 150 + 70		49	8910	500	3 × 150 + 70		49	5600	500
CHPAbI					*ACHPAbI*				
3 × 25		37	3745	500	3 × 25		37	3255	500
3 × 35		40	4360	500	3 × 35		40	3685	500
3 × 50	3,5/6	41	4780	500	3 × 50	3,5/6	41	3825	500
3 × 70		44	5820	750	3 × 70		44	4480	750
3 × 95		47	7060	500	3 × 95		47	5235	500
3 × 120		49	8070	600	3 × 120		49	5780	600
3 × 150		53	9480	500	3 × 150		53	6620	500
CHPAbI					*ACHPAbI*				
3 × 35		43	4995	500	3 × 35		43	4265	500
3 × 50		43	5335	500	3 × 50		43	4380	500
3 × 70	5,8/10	46	6365	750	3 × 70	5,8/10	46	5025	750
3 × 95		49	7465	500	3 × 95		49	5640	500
3 × 120		52	8505	600	3 × 120		52	6215	600
3 × 150		56	9985	500	3 × 150		56	7123	500

ANEXA 3

Caracteristicile tehnice ale cablurilor cu izolație și manta de P.V.C. [36] — STAS 8778/2-85

CABLURI DE CUPRU					CABLURI DE ALUMINIU				
Nr. conductoare × s [mm²]	Tensiunea U_0/U [kV/kV]	Diametrul exterior aprox. [mm]	Greutatea [kg/km]	Lungimea maximă [m]	Nr. conductoarelor × s [mm²]	Tensiunea U_0/U [kV/kV]	Diametrul exterior aprox. [mm]	Greutatea [kg/m]	Lungimea maximă [m]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CYY					*ACYY*				
1 × 1,5		7	57	5000					
1 × 2,5		8	72	5000					
1 × 4		8	95	4000	1 × 4		8	70	4000
1 × 6		9	120	4000	1 × 6		9	80	4000
1 × 10		10	170	4000	1 × 10		10	102	4000
1 × 16		11	235	4000	1 × 16		11	140	4000
1 × 25		13	340	3000	1 × 25		13	186	3000
1 × 35		14	440	3000	1 × 35		14	230	3000
1 × 50		16	580	2000	1 × 50		16	290	2000
1 × 70		18	795	2000	1 × 70		18	370	2000
1 × 95		20	1070	2000	1 × 95		20	485	2000
1 × 120	0,6/1	21	1325	2000	1 × 120	0,6/1	22	575	2000
1 × 150		23	1589	2000	1 × 150		23	680	2000
1 × 185		26	2000	2000	1 × 185		26	860	2000
1 × 240		29	2585	1000	1 × 240		29	1080	1000
1 × 300		32	3205	1000	1 × 300		32	1320	1000
1 × 400		36	4070	1000	1 × 400		36	1675	1000
2 × 1,5		12	160	2000					
2 × 2,5		13	205	2000					
2 × 4		14	265	1500	2 × 4		14	215	1500
2 × 6		15	330	1500	2 × 6		15	255	1500
2 × 10		17	450	1500	2 × 10		17	320	1500
2 × 16		20	655	1000	2 × 16		19	410	1000
3 × 1,5		12	180	2000					
3 × 2,5		14	250	2000					
3 × 4		15	315	1500	3 × 4		15	240	1500
3 × 6		16	400	1500	3 × 6		16	285	1500
3 × 10		18	50	1500	3 × 10		18	365	1500
3 × 16		21	810	1000	3 × 16		20	470	1500
3 × 25		25	1225	1000	3 × 25		23	650	1000
3 × 35		28	1580	1000	3 × 35		25	790	1000
3 × 50		29	1810	750	3 × 50		26	861	750
3 × 70		30	2415	1000	3 × 70		29	1089	1000
3 × 95		34	3230	1000	3 × 95		33	1407	1000
3 × 120		37	4000	600	3 × 120		37	1750	600
3 × 150		42	4975	500	3 × 150		42	2130	500
3 × 185		46	6155	400	3 × 185		46	2545	400
3 × 240		52	7850	300	3 × 240		51	3290	300
4 × 1,5		13	205	2000		0,6/1			
4 × 2,5		14	280	2000					
4 × 4	0,6/1	16	380	1500	4 × 4		16	280	1500
4 × 6		17	480	1500	4 × 6		17	331	1500
4 × 10		19	675	1500	4 × 10		19	425	1500
4 × 16		23	1010	1000	4 × 16		21	552	1000
4 × 25		27	1495	1000	4 × 25		25	796	900
4 × 35		30	1965	1000	4 × 35		28	985	900
3 × 25 + 16		27	1415	1000	3 × 25 + 16		26	880	900
3 × 35 + 16		29	1760	1000	3 × 35 + 16		29	1007	900
3 × 50 + 25		31	2236	750	3 × 50 + 25		28	975	750
3 × 70 + 35		35	2360	1000	3 × 70 + 35		31	1222	900
3 × 95 + 50		40	3820	1000	3 × 95 + 50		34	1611	500
3 × 120 + 70		43	4800	600	3 × 120 + 70		40	2065	500
3 × 150 + 70		48	5750	500	3 × 150 + 70		44	2435	500
3 × 185 + 95		49	7176	400	3 × 185 + 95		49	3047	400
3 × 240 + 120		54	9150	300	3 × 240 + 120		54	3805	300

ANEXA 3 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CYAbY					*ACYAbY*				
2 × 1,5		14	322	2000					
2 × 2,5		16	386	2000					
2 × 4		17	510	1000					
2 × 6		18	590	1000	2 × 6		18	150	1000
2 × 10		20	760	1000	2 × 10		20	535	1000
2 × 16		23	1000	1000	2 × 16		21	650	1000
3 × 1,5		15	348	1500					
3 × 2,5		16	425	1500					
3 × 4		18	570	1500					
3 × 6		19	700	1000	3 × 6		19	485	1000
3 × 10		20	820	1000	3 × 10		20	590	1000
3 × 16		25	1250	1000	3 × 16		23	742	1000
3 × 25		28	1770	850	3 × 25		26	990	750
3 × 35		31	2150	800	3 × 35		29	1145	750
3 × 50	0,6/1	30	2360	750	3 × 50		29	1190	750
3 × 70		34	3070	1000	3 × 70	0,6/1	32	1530	1000
3 × 95		39	4320	500	3 × 95		38	2160	1000
3 × 120		42	5140	500	3 × 120		42	2592	600
3 × 150		47	6310	500	3 × 150		47	3150	500
3 × 185		51	7620	400	3 × 185		51	3565	400
3 × 240		57	9520	300	3 × 240		57	4575	300
4 × 1,5		16	380	1000					
4 × 2,5		17	478	1000					
4 × 4		19	680	1500	4 × 4		20	480	1000
4 × 6		19	790	1000	4 × 6		21	550	1000
4 × 10		22	1060	1000	4 × 10		24	670	1000
4 × 16		26	1550	1000	4 × 16		27	875	1000
4 × 25		31	1915	800	4 × 25		30	1165	500
4 × 35		34	2456	800	4 × 35		31	1375	900
3 × 25 + 16		30	2020	800	3 × 25 + 16		29	1246	900
3 × 35 + 16		33	2470	800	3 × 35 + 16		32	1405	900
3 × 50 + 25		34	2760	750	3 × 50 + 25		31	1575	750
3 × 70 + 35	0,6/1	39	3700	1000	3 × 70 + 35	0,6/1	34	1720	900
3 × 95 + 50		41	4700	1000	3 × 95 + 50		39	2380	900
3 × 120 + 70		45	5800	600	3 × 120 + 70		45	2980	600
3 × 150 + 70		50	7000	500	3 × 150 + 70		50	3511	500
3 × 185 + 95		54	8380	400	3 × 185 + 95		54	4190	400
3 × 240 + 120		60	10580	300	3 × 240 + 120		60	5171	300
CYEY					*ACYEY*				
1 × 25		18	550	2500	1 × 2,5		18	395	2500
1 × 35		19	670	2500	1 × 35		19	450	2500
1 × 50		21	835	2000	1 × 50		21	540	2000
1 × 70		22	1075	2000	1 × 70		22	645	2000
1 × 95		25	1385	2000	1 × 35		25	795	2000
1 × 120		26	1655	2000	1 × 120		26	910	2000
1 × 150	3,5/6	27	1930	2000	1 × 150	3,5/6	27	1010	2000
1 × 185		30	2365	1000	1 × 185		30	1210	1000
1 × 240		33	2975	1500	1 × 240		33	1460	1500
1 × 300		36	3820	1500	1 × 300		36	1915	1500
3 × 25		37	2200	1000	3 × 25		36	1725	1000
3 × 35		40	2635	900	3 × 35		40	1975	800
3 × 50		40	2860	800	3 × 50		40	2100	800
3 × 70		42	3500	800	3 × 70		42	2190	800
3 × 95		47	4545	800	3 × 95		47	2730	800
3 × 120		48	5345	700	3 × 120		48	3055	700
3 × 150		52	6415	600	3 × 150		52	3550	600
					3 × 185		57	4040	500
					3 × 240		61	4910	500
CYEAbY					*ACYEAbY*				
3 × 25	3,5/6	42	3135	900	3 × 25	3,5/6	42	2540	1000
3 × 35		45	3635	800	3 × 35		45	2907	900
3 × 50		44	3852	800	3 × 50		44	2894	800

ANEXA 3 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 × 70		48	4630	700	3 × 70		48	3880	700
3 × 95	3,5/6	52	5690	700	3 × 95	3,5/6	52	3855	500
3 × 120		53	6525	300	3 × 120		53	4080	300
3 × 150		58	7725	300	3 × 150		58	4870	300
					3 × 185		62	5500	300
					3 × 240		64	6385	300
CYSEY					*ACYSEY*				
3 × 35		47	3450	700	3 × 35		47	2790	700
3 × 50		50	4025	600	3 × 50		50	3120	600
3 × 70		54	4560	500	3 × 70		54	3165	500
3 × 95	5,8/10	60	6315	450	3 × 95	5,8/10	60	4520	450
3 × 120		64	7395	400	3 × 120		64	5125	400
3 × 150		68	8600	300	3 × 150		68	6025	300
CYSEAbY					*ACYSEAbY*				
3 × 35		52	4670	700	3 × 35		52	3865	700
3 × 50	5,8/10	55	5330	600	3 × 50	5,8/10	55	4275	600
3 × 70		60	6475	500	3 × 70		60	5010	500
3 × 95		66	7920	450	3 × 95		66	5935	450
3 × 120		70	9230	400	3 × 120		70	6760	400
3 × 150		74	10300	300	3 × 150		74	8690	300
					AYSY				
					1 × 95	12/20	33	1200	≈ 250 m
					1 × 120		35	1400	
					1 × 150		37	1500	
					1 × 185		39	1700	
					1 × 240		42	2050	
					1 × 300		44	2300	
					1 × 400		47	2750	

ANEXA 4

Caracteristicile tehnice ale conductoarelor cu izolație de cauciuc [36]

Denumirea	STAS Nr.	Nr. conductoare × s [mm²]	Diametrul exterior [mm]	Greutatea [kg/km]	Observații
Cordoane MCCU cu izolație de cauciucuri flexibile — 500 V din cupru	1236/3-83	2×0,75	6—8,2	61	Livrare pe rulouri 50—2000 ± 2 m
		3×0,75	6,5—8,8	72	
		4×0,75	7,1—9,6	87	
		5×0,75	8—11	102	
Cablu electric MCCM cu izolație și manta de cauciuc — 500 V din cupru	1236/4-83	2×1	6,6—8,8	75	
		2×1,5	8—10,5	114	
		2×2,5	9,5—12,5	164	
		3×1	7—9,2	90	
		3×1,5	8,6—11	134	
		3×2,5	10—13	197	
		4×1	7,6—10	108	
		4×1,5	9,6—12,5	170	
		4×2,5	11—14	247	
		5×1	8,5—11,5	132	
		5×1,5	10,5—13,5	200	
		5×2,5	12,5—15,5	295	
Cabluri MCCG, MCCGI, MCCGis și MC85CGis din cupru Tensiuni: — 750 V pentru tipurile MCCG și MCCGI — 1000 V pentru tipurile MCCGIs și MC85CCGIs	1236/5-83	1×1,5	5,8—7,2	58	
		1×2,5	6,4—8	75	
		1×4	7,4—9	103	
		1×6	8—11	136	
		1×10	9,8—12,5	203	
		1×16	11—14,5	305	
		1×25	12,5—16,5	449	
		1×35	14—18,5	595	
		1×50	16,5—21	811	
		1×70	18,5—23,5	1062	
		1×95	21—26	1390	
		1×130	23,5—28,5	1684	
		1×150	26—31,5	2129	
		1×185	27,5—34,5	2538	
		1×240	30,5—38	3245	
		2×1	8—10,5	108	
		2×1,5	9—11,5	121	
		2×2,5	10,5—13,5	200	
		2×4	12—15	272	
		2×6	13,5—18,5	367	
		2×10	18,5—24	656	
		2×16	21—27,5	947	

ANEXA 4 (continuare)

Denumirea	STAS nr.	Nr. conductoare × s [mm²]	Diametrul exterior [mm]	Greutatea [kg/km]	Observații
		2×25	25—31,5	1140	
		3×1	8,6—11,5	130	
		3×1,5	9,6—12,5	167	
		3×2,5	11,5—14,5	241	
		3×4	13—16	331	
		3×6	14,5—20	450	
		3×10	20—25,5	802	
		3×16	22,5—29,5	1170	
		3×25	26,5—34	1645	
		3×35	29,5—38	2279	
		3×50	34,5—44	2155	
		3×70	39—49,5	4034	
		3×95	44—54	5306	
		4×1	9,6—12,5	159	
		4×1,5	10,5—13,5	206	
		4×2,5	12,5—15,5	301	
		4×4	14,5—18	415	
		4×6	16,5—22	574	
		4×10	21,5—28	993	
		4×16	24,5—32	1456	
		4×25	29,5—37,5	2189	
		4×35	33—42,5	2863	
		4×50	38—48,5	3916	
		4×70	43—54,5	5106	
		4×95	49—60,5	6771	
		5×1	10,5—13,5	192	
		5×1,5	11,5—15	247	
		5×2,5	13,5—17	355	
		5×4	16—19,5	499	
		5×6	18—24,5	690	
		5×10	24—30,5	1178	
		5×16	27—33,5	1741	
		5×25	32,5—41,5	2633	
		7×1,5	14—17,5	400	
		7×2,5	16,5—20	625	
		3×25+ +16	29,5—37,5	2047	
		3×35+ +16	33—42,5	2629	
		3×50+ +25	38—48,5	3618	
		3×70+ +35	43—54,5	4704	
		3×95+ +50	49—60,5	6220	

ANEXA 4 (continuare)

Denumirea	STAS nr.	Nr. conductoare × s [mm²]	Diametrul exterior [mm]	Greutatea [kg/km]	Observații
Cablu plat cu izolație și manta din cauciuc, tip MPCCG și MPCCG-IU Tensiunea nominală 1000 V	NTR 108/1-81	3×2,5	19,2—8,2	306	
		3×4	22,1×9,5	423	
		3×6	24,2×10,3	465	
		3×10	28,8×12,5	710	
		3×16	34×14,5	995	
		3×25	40×16,8	1392	
		3×35	44,5×18,4	1804	
		4×2,5	25,3×8,2	404	
		4×4	28,9×9,5	556	
		4×6	32,2×10,3	640	
		4×10	38,7×12,5	948	
		4×16	45,5×14,5	1418	
		4×25	53,3×16,6	1994	
		4×35	59,3×18,4	2643	
Cablu de sudură tip $M_{sud}C$ și $M_{sud}C$ — Tensiunea normală 120 V	1020/12-77	1×16	11,8	238	
		1×25	13,7	335	
		1×35	15,3	451	
		1×50	17,8	609	
		1×70	20,4	826	
		1×95	23,0	1067	
		1×120	25,1	1339	
		1×150	28,1	1632	

BIBLIOGRAFIE

1. Borcovici, M., Arie, A. A., Poeată, Al. *Rețele Electrice. Calculul electric.* București, Editura Tehnică, 1974.
2. Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Țenovici, R. *Rețele electrice pentru secțiile de subingineri.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1975.
3. Siemens. *Memoratorul Inginerului electrician.* Traducere din limba germană. București, Editura Tehnică, 1971.
4. Curelaru, Al. *Probleme de stații și rețele electrice.* Scrisul românesc, Craiova, 1979.
5. Bolșama, Ia. M., ș.a. *Spravocinic po electroustanovkam promîșlenîh predpriatii,* Moskva, 1964.
6. Kofmana, K. D. ș.a. *Montaj elektroustanovok promîșlenîh predpriatii,* Moskva, 1964.
7. Pietrăreanu, E. *Agenda electricianului.* București, Editura Tehnică, 1986.
8. Arhipov, N. K. *Calculul curenților de scurtcircuit.* București, Editura Tehnică, 1958.
9. M. C. Ind. *Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumator, cu tensiuni pînă la 1000 V.* I 7—74.
10. Racoți, E. *Tablele și nomograme pentru calculul conductoarelor.* București, Editura Tehnică, 1964.
11. Iacobescu, C., Dedu, G. *Rețele electrice. Probleme.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1977.
12. Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Eremia, M., Toader, C., Țenovici, R., Dumitriu, C. *Rețele electrice.* București, Editura Didactică și Pedagogică 1981.
13. Centea, O., Bianchi, C. *Instalații electrice.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1973.
14. Borovicov, B. A. ș.a. *Elektriceskie seti i sistemî.* Moskva, 1963.
15. M.E.E.-ICEMENERG. PE. 135/81. *Instrucțiuni privind determinarea secțiunii economice a conductoarelor în instalațiile electrice de distribuție de 1—110 kV.* București, 1981.
16. M.E.E.-ICEMENERG. PE. 132/1983. *Normativ de proiectare a rețelelor electrice de distribuție publică.* București, 1984.
17. M.E.E.-ICEMENERG. PE. 124/85. *Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari.* București, 1985.
18. M.E.E.-ICEMENERG. *Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit la instalații cu tensiune peste 1 kV.* București, 1975.
19. Knoring, G. M. *Spravocinic dlia proectirovania eelctriceskovo osveșcenia.* Moskva, 1960.
20. Lipkin, B. Iu. ș.a. *Elektrosnabjenie promîșlenîh predpriatii.* Moskva 1965.
21. Boțan, N. V., Constantinescu, E., Poeată, A. I. *Rețele electrice. Calculul electric.* București, Editura Tehnică, 1961.
22. Zeveke, G. V. ș.a *Osnovî teorii țepei.* Moskva, 1975.
23. Fyodorov, A. F. *Industrial power supply.* Moscow, 1968.
24. Miheev, Iu. A. ș.a. *Elektriceskie seti gormîh predpriatii.* Moskva, 1964.
25. Odințov, B. E. *Spravocinik seliskovo electrotehnika,* Kiev, 1962.
26. Samohin, F. ș.a. *Gornaia elektrotehnika.* Moskva, 1962.
27. STAS 4481/1-85. *Cabluri de energie electrică cu izolație de hîrtie și manta de plumb.*
28. STAS 8778/1-85. *Cabluri de energie cu izolație și manta din P.V.C.*
29. STAS 7944-79. *Bare colectoare de curent.*
30. STAS 930-75. *Tensiuni nominale și abateri admisibile.*
31. STAS 7044-75. *Rețele electrice miniere. Tensiuni nominale.*
32. STAS 613-84. *Rețele de tracțiune electrică.*
33. G.I.P. *Tiajpromelektroproekt; P.Y.E.*
34. M.E.E. *Regulament de furnizare și de utilizare a energiei electrice,* 1970.
35. V.D.E.O. 103/1.61. *Leisätze de Bemessung vom Starkstromanlagen auf mechanische und termische Kurzschlussfestigkeit.*